

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KELETI BIZOTTSÁGA ÁLTAL  
KIKÜLDÖTT BALKÁNEXPEDITIÓK EREDMÉNYEI. II. KÖT.: GEOLÓGIA.

DIE ERGEBNISSE DER VON DER ORIENTCOMMISSION DER UNGARISCHEN  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ORGANISIERTEN BALKANFORSCHUNGEN. II. BD.: GEOLOGIE.

---

# GEOLOGISCHE STUDIEN IM WESTLICHEN SERBIEN

VON

WEIL. PROF. DR. LUDWIG v. LÓCZY SF.

*Herausgegeben mit Hilfe I. Hochgeb. Gräfin Ludwig Károlyi  
geb. Gräfin Hanna Széchenyi*

BERLIN UND LEIPZIG 1924.

**WALTER de GRUYTER & Co.**

Vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Guttentag, Verlags-  
buchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp.



100-100-100



A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KELETI BIZOTTSÁGA ÁLTAL  
KIKÜLDÖTT BALKÁNEXPEDITIÓK EREDMÉNYEI. II. KÖT.: GEOLÓGIA.

DIE ERGEBNISSE DER VON DER ORIENTCOMMISSION DER UNGARISCHEN  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ORGANISIERTEN BALKANFORSCHUNGEN. II. BD.: GEOLOGIE.

---

# GEOLOGISCHE STUDIEN IM WESTLICHEN SERBIEN

VON

WEIL. PROF. DR. LUDWIG v. LÖCZY SEN.

*Herausgegeben mit Hilfe l. Hochgeb. Gräfin Ludwig Károlyi  
geb. Gräfin Hanna Széchenyi*

BERLIN UND LEIPZIG 1924.

WALTER de GRUYTER & Co.

Vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp.



NY. 10. 10. 1911  
KÖNYVTÁR



## VORWORT.

Als unsere und die verbündeten deutschen Truppen Serbien i. J. 1916 erobert hatten, hielt es die Ungarische Akademie der Wissenschaften für ihre Pflicht den günstigen Augenblick auszunützen und zur Erforschung Serbiens, Macedoniens, Montenegros und Albaniens, deren manche Landschaften dem wissenschaftlichen Forscher noch kaum bekannt waren und in deren Gebieten noch manches Problem der Lösung harnte, ihr Möglichstes beizutragen. So wurden denn in drei aufeinander folgenden Jahren Expeditionen entsandt, deren Mitglieder — Geologen, Geographen, Zoologen, Botaniker, Archaeologen, Kunsthistoriker, Historiker — sich aber weder zeitlich noch räumlich aneinanderhielten, sondern einzeln an die Lösung der verschiedenen Aufgaben und Aufgabenteile schritten.

Die kgl. ung. Geologische Reichsanstalt hat ihrerseits ebenfalls eine geologische Aufnahme besonders der Ungarn benachbarten Teile Serbiens für notwendig erachtet. Durch die Identität eines Teiles der Mitarbeiter sind nun die Arbeiten der Akademie und der Reichsanstalt ineinander verschmolzen. Die oberste Leitung hatte der Altmeister unserer jüngeren geologischen Schule LUDWIG v. LÓCZY sen. o. Mtgl. der Ung. Akad. d. Wiss. und Direktor d. K. und. Geol. Reichsanstalt in der Hand. Er hat die Aufgaben gestellt, die Mitarbeiter verteilt und geleitet und den schwierigsten Teil der Arbeit mit der jugendlichen Rüstigkeit des einstigen Chinaforschers selbst gelöst. Schon war er stark leidend, aber seine Seele, sein starker Wille, die immer im Dienste seines Vaterlandes und seiner geliebten Wissenschaft standen, haben ihn nicht ermüden lassen. Und es war ihm dann noch vergönnt, zu unserer Freude und zum grossen Nutzen der Wissenschaft, die Ergebnisse seiner Aufnahmen und der seiner Mitarbeiter zusammenzufassen und niederzuschreiben.

Das fast druckfertige ungarische Manuskript wurde in seinem Nachlasse gefunden. Sein Sohn und treuester Mitarbeiter Priv. Doz. u. seither a. o. Prof. d. Wirtschaftsgeologie a. d. Univ. LUDWIG v. LÓCZY jun. hat es durchgesehen.

Die schweren Zeiten haben die Herausgabe verzögert. Das sie doch möglich geworden, ist der Munifizenz J. H. der Frau Gräfin LUDWIG KÁROLYI, geb. Gräfin HANNA SZÉCHENYI zu verdanken, der Tochter Geheimrat weiland Grafen BÉLA SZÉCHENYI's, des Chinaforschers, dessen Begleiter Lóczy als junger Geologe war.

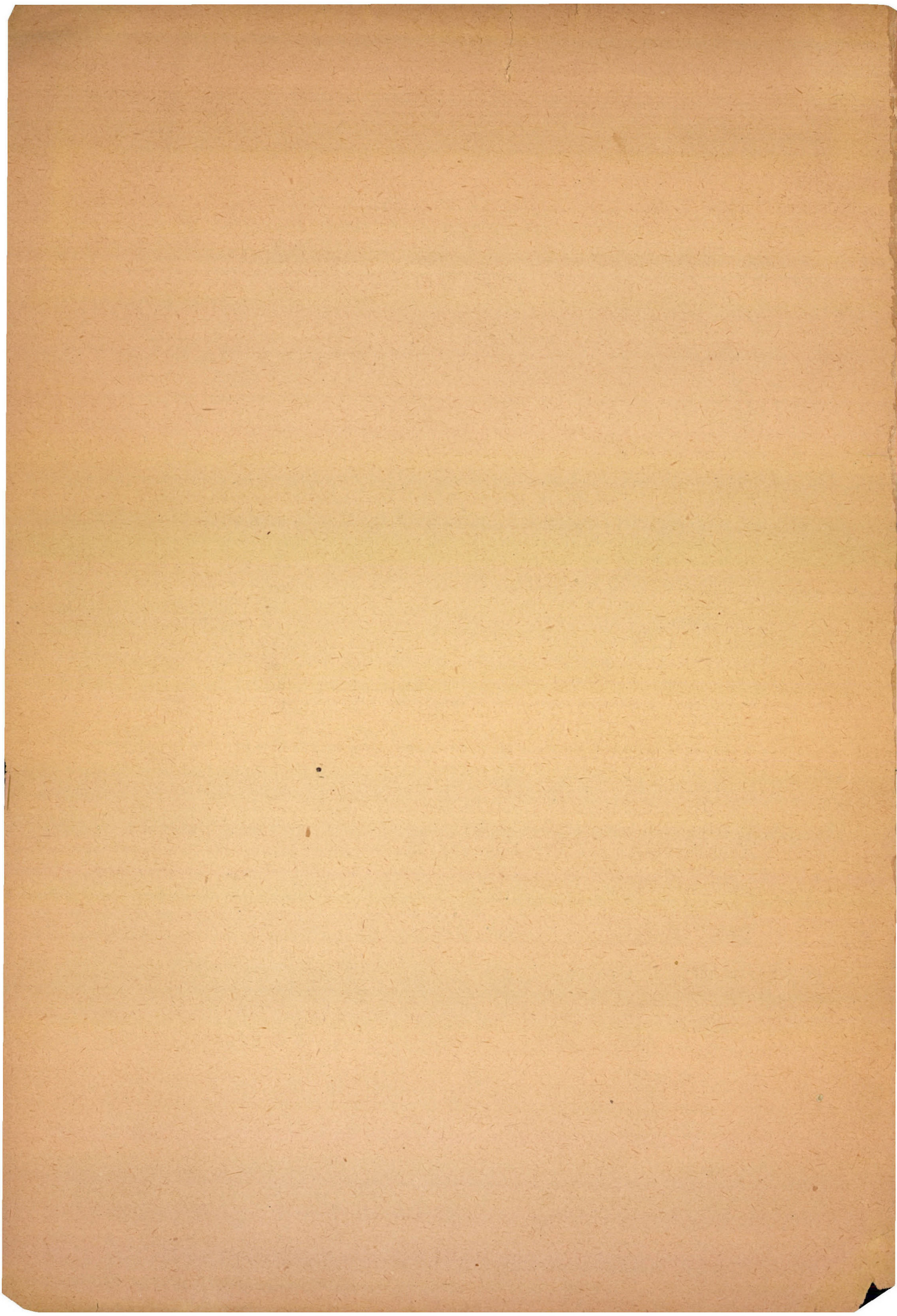
Es wird auch eine ungarische Originalausgabe dieses Werkes erscheinen.

Budapest, den 1. Nov. 1923.

PAUL GRAF TELEKI

Referent der Orient u. Balkancommission  
der Ungar. Akademie der Wissenschaften.  
O. ö. Prof. d. Wirtschaftsgeographie.







# GEOLOGISCHE STUDIEN IM WESTLICHEN SERBIEN.

VON DR. LUDWIG VON LÓCZY SEN.

## — Vorwort. —

Auf wiederholte Eingaben und Vorschläge der kgl. ungarischen geologischen Reichsanstalt erhielten wir vom k. u. k. Kriegsministerium, und von der k. u. k. obersten Heeresleitung im Sommer 1916 endlich die Bewilligung, das von unseren Truppen besetzte Serbien zum Zwecke geologischer Studien bereisen zu dürfen.

Unsere Reise stand mit der Balkanexpedition der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Zusammenhang. Die Tätigkeit der geologischen Reichsanstalt richtete sich jedoch auf spezielle, namentlich auf praktische Aufgaben, so dass unsere Reisen mit den mehr allgemeinen, theoretischen Expeditionen der Akademie wenig in Einklang gebracht werden konnten. Die auf sehr verschiedene Wissenschaft eingestellten Gruppen würden einander, bei der Arbeit im Felde, inmitten der Gebirgswelt Serbiens behindert haben, auch führten uns unsere verschiedenen Aufgaben in jeweils andere Gegenden. Andere Umstände, so die Deckung der Reisekosten, die Bearbeitung und Herausgabe der Forschungsergebnisse liessen es der geologischen Reichsanstalt wünschenswert erscheinen, sich die Aktionsfreiheit zu bewahren.

Nachdem auf unsere diesbezüglichen Vorschläge von Sr. Exzellenz dem Herrn kgl. ungar. Minister für Ackerbau die Bestreitung der Kosten aus unserer Dotation genehmigt wurde, führte die geologische Reichsanstalt ihre Untersuchungen in den ausgedehnten und so wechsellvoll aufgebauten Gebirgen Serbiens, Montenegros und des Sandschaks von Novipasar in den Jahren 1916 bis 1918 unabhängig von den Expeditionen der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, jedoch in vollem Einklang mit ihnen aus.

Im Jahre 1916 unternahm Vizedirektor Dr. THOMAS SONTAGH VON IGLÓ mit noch drei Mitgliedern der Reichsanstalt Orientierungstouren in jenen Teilen Serbiens, die links von der Morava in das Sammelgebiet dieses Flusses entfallen. Ich selbst befand mich in den Nordwestkarpathen mit der Überprüfung der Arbeiten meiner dort tätigen Kollegen beschäftigt, als wir die Genehmigung des Herrn Ackerbauministers am 26. September eingehändigt bekamen.

Mein damals wenig befriedigender Gesundheitszustand, mein Wunsch die projektierten Kontrollreisen in den Nordwestkarpathen in den Monaten August—September möglichst ununterbrochen absolvieren, vor aller aber die Mängel in meiner Ausrüstung verhinderten mich jedoch meine Teilnahme an dieser Reise im Jahre 1916.

Über die Resultate dieser ersten Excursionen erschien im Anhang an den Jahresbericht der kgl. ungar. geologischen Reichsanstalt für 1916 ein gehaltvoller und praktisch nützlicher Bericht.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Bericht über die Forschungsreise der königl. ungar. geologischen Reichsanstalt in Serbien (Anhang zum Jahresbericht der königl. ungar. geologischen Reichsanstalt für das Jahr 1916.) Budapest, 1917.



Im Jahre 1917 setzten die Arbeiten schon mit Beginn des Sommers ein, und währten — mit Unterbrechungen im Hochsommer, wo die grosse Hitze in diesen südlichen Gegenden eintrat, und wo die Aufnahmen in den heimatlichen Gebirgen fortgesetzt wurden — bis spät in den Herbst hinein.

Die Orientierungstouren im Jahre 1916 und das Studium der Literatur ließen uns unsere Aufgaben in Serbien erst damit richtig erkennen.

Die Ebene des Grossen Ungarischen Alfölds dringt in Form von Buchten tief in die Gebirge von Bosnien und Serbien ein. Die unteren Abschnitte der Flüsse Morava, Kolubara, Drina, Bosna, und Vrbas sind mit den Tälern der Temes—Bega und Kőrös vollkommen homolog. Die nördlichen Gebirge Bosniens und namentlich Serbiens, die Motajica-, Majevisa-, Cerplanina, das Gebirge von Belgrad mit der Avala ragen mit ihren aus älteren Bildungen bestehenden Höhen ganz isoliert aus der Ebene des Pannonischen Tertiärbeckens empor, die diese Gebirge samt ihrer Hügelumrandung morphologisch mit den Inselgebirgen zwischen Save und Drau, ja sogar mit den Gebirgen im Komitate Baranya verknüpft.

Um den südlichen Rand des Alfölds und des pannonischen Tertiärbeckens kennen zu lernen, standen wir zunächst vor der wichtigen Aufgabe, mit dem nördlichen Gebiete Serbiens, und dem Drinagebiet genauer bekannt zu werden, die Gesteine, Fossilien und Erzvorkommnisse, sowie Bodentypen dieser Gebiete einzusammeln und diese im Laboratorium zu untersuchen.

Auch andere Motive leiteten uns beim Entwurf unserer Arbeitspläne. Vom westlichen Teil Serbiens und der Drinagegend gibt die internationale geologische Karte von Europa im Maßstab 1:1,500.000<sup>2)</sup> ein sehr unwahrscheinliches Bild. Am linken Drinaufer, im nordöstlichen Bosnien sind nämlich sehr grosse Landstrecken in der Farbe des eocänen Flysches ausgeschieden, während am rechten Ufer des Flusses im westlichen Serbien mesozoische, ja sogar azoische Bildungen zu Tage gehen.

Die internationale Karte gründet sich im Gebiete von Bosnien auf die Daten der geologischen Übersichtskarte von BITTNER, MOJSISOVICS und TIETZE<sup>3)</sup> vom Jahre 1879, während sie für Serbien die Übersichtskarte von ŽUJOVIĆ<sup>4)</sup> im Maßstab 1:750.000 vom Jahre 1886 bzw. 1891 zur Grundlage hat.

Es wäre eine absonderliche Erscheinung, wenn die gegenüber liegenden Ufer eines engend quer zum allgemeinen Schichtstreichen gerichteten Flußtales aus Bildungen von so verschiedenem Alter und verschiedenem Charakter bestehen würden, wie dies die internationale, also am meisten verbreitete geologische Karte darstellt. Daß die Darstellung auf der internationalen Karte falsch ist, wurde zwar von Regierungsrat Dr. FRIEDRICH KATZER<sup>5)</sup> dem Leiter der geologischen Aufnahmsarbeiten in Bosnien und der Herzegowina, auf seinen vor kurzem erschienenen Übersichtskarten im Maßstabe 1:200.000 bereits nachgewiesen, leider ist die Erläuterung dieser Karten jedoch noch nicht erschienen.

Die Begehung des Drinatales erschien uns deshalb für die genaue geologische Erkenntnis des westlichen Teiles von Serbien besonders wichtig.

<sup>2)</sup> Carte géologique internationale de l'Europe Nl. 36. IV. E.

<sup>3)</sup> MOJSISOVICS, TIETZE und BITTNER: Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegowina. Wien 1880. Geologische Karte 1:576.000.

<sup>4)</sup> ŽUJOVIĆ: Geologische übersicht des Königreichs Serbien. Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt Bd. 36. Wien 1886. und 1891.

<sup>5)</sup> Geologische Übersichtskarte von Bosnien-Herzegowina. I. Sechstelblatt Sarajewo, II. Sechstelblatt D. Tuzla.



Diese Begehung war umso nötiger, als die westlichen Teile Serbiens im Sammelgebiet der Drina geologisch am wenigsten untersuchten Teilen des Balkans zuzuzählen waren. Während das östliche Serbien, Montenegro, Albanien in neuerer Zeit zu wiederholten Malen von vorzüglichen Geologen besucht wurden,<sup>6)</sup> arbeiteten in Westserbien seit 1835—1886, das ist seit je einer Excursion von HERDER, AMI BOUÉ und VIKESNEL nur J. ŽUJOVIĆ UND PAVLOVIĆ. Auch die Mitteilungen dieser Forscher sind jedoch dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht mehr entsprechend.<sup>7)</sup>

Das Kartenwerk von ANTULA und SIMONOVIĆ: „Carte des Gites minéraux du royaume de Serbie“ im Maßstab 1:400.000 (I—IV.) auf dem die Verfasser die Mineralreichtümer Serbiens der internationalen Weltausstellung in Paris in ihrer verbreitung vor Augen führten, sodann die 1914 erschienene Mitteilung von P. KRUSCH<sup>8)</sup> in welcher der Bergbau Serbiens geschildert wird, liessen im Interesse Verwaltung des besetzten Gebietes jedoch, auch für seine wirtschaftliche Zukunft eine Kontrolle an Ort und Stelle ebenfalls erwünscht erscheinen; denn auch diese sonst tüchtigen Publikationen gründeten sich nur auf die alten Karten von ŽUJOVIĆ.

Im Lichte einer solchen wissenschaftlichen Vorgeschichte standen uns die Aufgaben klar vor Augen die mit unseren Studien in Serbien zu lösen waren.

\* \* \*

Vor allem musste die prächtige bosnische Übersichtskarte von KATZER mit den geologischen Bildungen des serbischen Drinagebietes in Einklang gebracht werden. Dann galt es sich mit den an Serbien angrenzenden Teilen von Montenegro, des Sandschaks, Novipasar und Nordalbanien bekannt zu machen. Wir zogen auch die von den trefflichen Geologen der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien sehr detailliert aufgenommenen geologischen Karten Süddalmatiens in Betracht. Vorher liessen wir auch die Inselgebirge zwischen Save und Drau (Gebirge von Peterwardein, Papuk usw. durch einen unserer kroatischen Mitarbeiter neu begehen.

Noch ein weiteres Motiv leitete uns in unserer Arbeit. Wir erhielten Kunde, dass im Auftrage der k. Akademie der Wissenschaften in Wien zwei vortreffliche Geologen O. AMPFERER und FR. HAMMER in den Jahren 1917 und 1918 in Südwestserbien und im Sandsack Forschungsreisen machten.<sup>9)</sup> Dieser edle Wettstreit war umso erfreulicher, als ein für uns wichtiges Gebiet nun von zwei geologischen Schulen, der österreichischen und der ungarischen nach je ihren besonderen Standpunkten erforscht wurde. Zugleich eiferte uns dies an, unsere Untersuchungen in Westserbien mit grösseren Kräften als im Jahre 1916, nämlich im 1917 mit neun,

<sup>6)</sup> Vergl. die Literaturanweise in den unten folgenden Berichten von E. VADÁSZ und Th. KORMOS.

<sup>7)</sup> „Mit Befriedigung kann ich Feststellen, daß wir hiemit über die tektonischen Verhältnisse Nordalbanien genauere Kenntnisse erlangten, als wir sie über den Kulturboden des benachbarten Serbiens besitzen“ schreibt BARON FRANZ NOPCSA in seinem „Beiträge zur Geologie der Gebirgsketten von Nordalbanien“ (Mitteilungen aus dem Jahrbuch der kgl. ungar. geol. Reichsanstalt, Bd. XXIV. Heft 5. S. 367. 3) des ungar. Textes. — Dies geht auch aus der wertvollen Übersicht von J. CVIDIĆ „Die Tektonik der Balkanhalbinsel (Comptes rendus IX. Congr. géol. internat. de Vienne 1993. p. 350. 4) hervor.

<sup>8)</sup> P. KRUSCH: Die nutzbaren Lagerstätten Serbien etc.; Metall und Erz XIII. (NF. IV.) Jahrg. 1916. Halle/aS.

<sup>9)</sup> Über die Resultate ihrer Forschungen im Jahre 1917 veröffentlichten sie im Jahrgang 1918 des Akademischen Anzeigers sodann in den Sitzungsberichten der kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien, Mathem.-Naturwissensch. Klasse Abt. I. Bd. 126, Heft 9. S. 679—701 (1—23) ihre ersten Berichte. Ein ausführlicherer erschien in den Denkschriften 1922. Anm. der Herausgeber.



im 1918 mit vier oder fünf Teilnehmern fortzusetzen, und eine Übersichtskarte vom ganzen westlichen Altserbien fertigzustellen.

Wir hofften etwas besseres und anderes vollbringen zu können als unsere vorzüglichen Wiener Kollegen.

Dementsprechend schritten wir mit folgender Arbeitsaufteilung an unsere Untersuchungen in Serbien.

Vizedirektor Hofrath Dr. TH. SZONTAGH v. IGLÓ arbeitete im Anschluss an seine Orientierungstouren im Jahre 1916 in der Šumadia im Rudnik und Kopaonik-gebirge.

Geologe II. Klasse Dr. E. JEKELIUS wurde besonders mit dem Sammeln von Fossilien beauftragt. Im Jahre 1916 wirkte er an den Flüssen Ljig-Ub und Kolubara neben Dr. TH. KORMOS und Dr. E. VADÁSZ, die in Montenegro und in dem Sandschak arbeiteten.

Chefgeologe P. TREITZ machte im Jahre 1917 in Montenegro agrogeologische Studien. Chefgeologe I. TIMKÓ untersuchte im 1917 die Bodenverhältnisse der Gebiete zwischen den Flüssen Morava-Kolubara und Save in Serbien, im Jahre 1918 aber die agrogeologischen Verhältnisse von Albanien.

Sektionsgeologe Privatdozent Dr. TH. KORMOS und Univ. Adjunkt Dr. E. VADÁSZ, unser alter Mitarbeiter bereisten Montenegro und das Sandschak. Letzterer arbeitete in der Gegend von Cetinje-Mateševo, Andrijevice Gusinja, Berane, Rozalj und Ipek, ersterer nördlich von VADÁSZ, nordwärts von Kolašin in der weiteren Umgebung von Plevlje und Priepolje.

Dr. L. v. Lóczy junior hatte von zwei Seiten Aufträge erhalten. Namentlich wurde ihm über Vermittlung der Balkankommission der Ungar. Akademie der Wissenschaften von Ministerialrat Dr. H. v. BÖCKH als dem Leiter des Schürf-Bergamtes im kgl. Finanzministerium die Aufgabe gestellt, die in der Majevica-planina und im Becken von Dolna-Tusla in Bosnien bekannten Erdölspuren im Streichen auch in den Vorgebirgen an der Save in Nordwest-Serbien zu erforschen. Nach Erledigung dieser Aufgabe dehnte er dann sein Arbeitsgebiet im Auftrage der kgl. ungar. geologischen Reichsanstalt bis zum Kolubara- und Ljig-Tal aus, schliesslich begleitete er mich auf meinen Exkursionen zwischen Sarajevo und Užice. Aus seiner Feder erschien eine übersichtliche Abhandlung über die geologischen Verhältnisse von Westserbien.<sup>10)</sup>

Unser eifriger Mitarbeiter, Bergoberinspektor Á. v. ZSIGMONDY besuchte die Bergbaudistrikte Westserbiens.

Ich selbst untersuchte im Juni—Juli und September—Oktober 1917, ferner im Mai—Juli 1918 das Drina-Lim-Gebiet in Westserbien an der bosnischen Grenze von Priboj im Sandschak an bis zur Gučevo-, Cer- und Vlasić-planina im Aufnahmegebiete meines Sohnes, und dehnte meine Begehungen gegen Osten bis Čačak, Gornji-Milanovac und Mionica aus.

Ich übernahm also jenen Teil Serbiens, der bisher am wenigsten von Geologen besucht worden ist.

### I. Teil. Morphologische Betrachtungen.

Meine Untersuchungen erstreckten sich auf die bosnisch-serbische Grenzkette, die Tara-planina, das Kalkplateau der Ponikve- und Ljubanje-planina, den paläozoischen Zug der Jelova gora den weiteren Umkreis des Poveljen-Gebirges, den

<sup>10)</sup> Földtani Közlemény. Bd. XLVIII. 1918, S. 115.



Serpentinkamm Bukovska-Maljen und das auf Valjevo blickende Trias-Kreidekalkplateau. Ich trachtete mit möglichst dicht gelegten Querprofilen den Entwurf einer geologischen Karte von Westserbien durchzuführen. Ich konnte schöne Erfolge verzeichnen: die Kartierung von zehn Blättern im Maßstab 1:75.000. Eine grosse Freude bereitete mir die Durchforschung der bis 1600 m. ansteigenden höheren Mittelgebirge Westserbiens. Gar oft kam ich in geologisch ganz unbekannte, oder unwichtig gedenkte Gebiete. Alle Erinnerungen lebten wieder auf und ich glaubte wieder in den eigenartigen Bergformen des Tibetaner Kuknori-Plateaus in Zentralasien, oder in den kahlen Rumpfflächen und langgestreckten, abgeglätteten Bergzügen Südchinas zu wandern. Die Schluchten der Drina und des Lim, neben denen die Felszüge an der unteren Donau jede Bedeutung verlieren, erinnerten mich ebenfalls an die Täler der aus dem Tibetaner Hochland herabeilende Flüsse. In den grossen Kalkplateaus erkannte ich vergrösserte Abbilder des Triaskalkplateaus im Komitate Gömör. Als gute Bekannte begleiteten mich die Peridotit-Serpentinmassen und die mit diesen gesellschafterten Tuffit-, Jaspis- und Radiolaritsedimente im Drócsa-Gebirge im Komitat Arad, im siebenbürgischen Erzgebirge und in den tibetanischen Erhebungen Westchinas.

Einen wohlthuenden Anblick boten in den westserbischen paläozoischen Schiefergebirgen die verstreuten Meierhöfe und Bauerngehöfte der Weiler (Zadruga), oder die Almwirtschaften auf den höhergelegenen Weiden. Die westserbischen Ansiedlungen liegen zwischen Ackerfeldern, Wiesen und Obstgärten, namentlich wohlgepflegten grünen Pflaumenwäldchen eingebettet, die bis eine Höhe von 900—1000 m hinaufreichen. Auch Wälder fehlen nicht. Die Lebensweise, die akustische Verbindung zwischen den oft viele Kilometer weit entfernten gegenüberliegenden Hängen der tiefen Täler, das Benehmen des gastlichen, gerne dienstbereiten Gebirgsvolkes erinnerten mich lebhaft an ethnographische Aehnlichkeiten im Siebenbürgischen Erzgebirge, in der Schweiz oder auf Java.

Auf meinen planvoll zusammengestellten Reisen, die sich insgesamt auf fünf Monate<sup>11)</sup> erstreckten, trachtete ich mir im Anschluß an Meine Mitarbeiter über den Bosnien bis an die Morava reichenden Teil Serbiens ein zusammenhängendes Bild zu verschaffen.

Auch wollte ich meinen Freund FRIEDRICH KATZER überreden, uns seine Beschreibung des bosnischen Drinagebietes zur Publikation zu überlassen. Vor dem unglücklichen Ende des Krieges hatte ich bereits sein Versprechen erhalten. Auch hatte ich damals Aussicht, mit Unterstützung des Cars von Bulgarien und seiner Regierung, die östlichen, jenseits der Morava gelegenen Teile Serbiens bereisen zu können, und den Zusammenhang des Banater Gebirges mit dem westserbischen Bergland über die untere Donau genauer zu studieren, als dies bisher möglich war. Alldies blieb jedoch, wenigstens für einige Zeit, nur eine unerfühlbare Hoffnung.

Über die Landschaftsformen, die Morphologie, Hydrographie Serbiens im allgemeinen zu sprechen, erscheint mir überflüssig. Von den älteren Reisenden wurden diese Fragen sehr ausführlich behandelt. So namentlich von A. BOUE in seiner: „La Turquie d'Europe“ (Paris 1840), eine Arbeit, die in deutscher Übersetzung 1889 von der k. Akademie der Wissenschaften in Wien herausgegeben wurde.

Tüchtige Arbeiten verdanken wir auch dem Prof. J. CVIČIĆ in Belgrad, der nicht

<sup>11)</sup> Im Jahre 1917 arbeitete ich zwischen dem 2. VI.—18. VII. und 9. IX.—14. X. in Serbien, im Jahre 1918 aber zwischen dem 13. V.—16. VII. und 11. IX.—6. XI.



nur Serbien, sondern auch umfangreiche, an Serbien angrenzende Teile der Balkanhalbinsel durch Jahre hindurch systematisch erforschte. Wenn man auch Prof. Cvijić nicht in allen Punkten zustimmen kann, so muß man doch gestehen, daß seine Verdienste um die Erforschung der Morphologie des Balkans bedeutend sind.

### I. Abschnitt. Die Drina.

Ich beginne meine Schilderungen mit dem Grenzfluß von Serbien und Bosnien. Das Gebiet dieses Flußes bezeichnet zugleich die Region der höchsten Erhebungen Serbiens.

Nachdem die serbischen Forschungsreisen der kgl. ungar. geologischen Reichsanstalt 1917 in Belgrad bei dem k. u. k. Militärgouvernement gehörig vorbereitet waren und ich mit Chefgeologen I. TIMKÓ und meinem Sohne Dr. L. v. Lóczy jun. die Umgebung von Belgrad begangen hatte, begab ich mich mit ihnen geradewegs nach Užice, in das Quellgebiet der westlichen (Goljiska) Morava. Aus dieser schön gelegenen Stadt Serbiens reisten wir auf der über den Sarganpass nach Sarajevo führender Strasse in das bosnische Städtchen Višegrad an der Drina. Von hier kamen wir auf kurzen Besuch nach Sarajevo, um in den dortigen Landesmuseum und in dem der Berghauptmannschaft zugeteilten geologischen Landesanstalt die Sammlungen aus der Umgebung von Višegrad und der linkseitigen Drinagegend kennen zu lernen. Unter der zuvorkommenden Leitung des Herrn Regierungsrates FR. KATZER brachten wir uns aus Sarajevo nützliche Aufzeichnungen mit.

FR. KATZER ist hier der Gründer der geologischen und mineralogischen Institute. Mit Wohlgefallen betrachteten wir die schöne Einrichtung des Museum, die staubfreien Eisenkästen, die Vitrinen, die Schalen, auf denen die Mineralien dort ausgestellt sind. Diese prächtige, moderne Einrichtung des Museums ist ein Verdienst FR. KATZERS, der sich auf museologischen Gebiet einen weitbekannten, wohlklingenden Namen erworben hat.

Die ersten zehn Tage des Monats Juli 1917 verwendete ich zur Begehung des Gebirgslandes zwischen Sarajevo und Užice. Von Užice (450 m.) abwärts wurden wir mit der Schlucht Ovčar Klissura der Djetinja, südlich und westlich mit dem Triaskalkplateau Ljubanje-Ponikve (700—800 m.), nördlich mit der aus paläozoischen Schieferne bestehenden Rumpfläche der Jelova gora (900 m.) bekannt. Im Westen aber lernten wir in der nordwestlichen Abzweigung des Zlatibor-Gebirges die große, auf die Gegend des Oberlaufes der Djelinja sich erstreckende und die Drina-Wasserscheide bildende Peridotit-Serpentinmasse des Sarganpasses kennen.

Am westlichen Fuße dieses PASSES untersuchte ich sodann die mächtigen Rudistenkalke der Umgebung von Vardište und Mokra gora, wo diese aus der Richtung von Uvac längs des Bijeli Rzav-Tales in nördlicher Richtung auf das Triaskalkplateau der Taraplanina hinaufziehen.

Zwischen Višegrad und Sarajevo besuchten wir die bereits genau untersuchten und beschriebenen (KITTL, KATZER usw.) paläozoischen und Triadischen Schichten. Durch diese Exkursionen gewannen unsere Augen die zu den folgenden Beobachtungen nötige Übung.

Nachdem I. TIMKÓ in sein eigentliches Arbeitsgebiet in die Šumadia an der Morava, mein Sohn aber über Sarajevo nach Dolnja Tusla abgereist war, streifte ich in den bosnisch-serbischen Grenzregionen meist allein umher; ich war gezwungen, hier längere Zeit zu verweilen, da ich eine Gelegenheit zum Befahren der Drina abwarten mußte.



Am 11. Juli bestieg ich in Višegrad ein Floß und langte am 14. Juli in Zvornik an, wo die Drina aus den Bergen auf die Ebene heraustritt.

In Višegrad ging mir Herr Bezirkshauptmann A. KRAUSS mit großer Zuvorkommenheit an die Hand. Die Fahrt auf dem Floß ist hier nicht so einfach, als man sie sich nach den Verhältnissen in der Heimat vorstellen würde. Wegen der Felsschwellen und der Sandbänke wird eine solche Fahrt im allgemeinen als gefährlich betrachtet. Man muß einen Revers unterfertigen, in dem man zur Kenntnis nimmt, daß die Floßleute keine Verantwortung für etwaige Unfälle übernehmen. Auch eine Bewilligung seitens der Militär- und Zivilbehörden war dazu nötig.

Die bosnischen Wälder an der oberen Drina wurden bis 1918 von der bayrischen Holzindustrieunternehmung F. MECHTESHEIMER in Višegrad gepachtet und ausgenützt. Der Betriebsleiter der Firma, Herr DONE gestattete mir mit großer Zuvorkommenheit eine Floßfahrt bis Banjabasta, von hier aber, bezv. von Derventa reiste ich mit einem aus 8 Flößen bestehenden Floßpark, der dem k. u. k. Generalgouvernement in Serbien unterstehenden Holzindustrie-Anlage in Batura angehörte und mich über Tara-planina bis nach Zvornik trug. Die Floßfahrt auf der Drina beginnt bei Gorazda; die von hier abgehenden kleineren Flöße werden bei der Fabriksanlage der bayerischen Unternehmung zu größeren Flößen vereinigt, indem man aus rohen Aesten geschnittene Stangen quer über die mächtigen Stämme nagelt, damit sie, wenn das Floß auf einen Felsen oder eine Sandbank auffährt, was gar häufig vorkommt, rasch getrennt und zerschnitten werden können.

Von einer touristischen Schilderung der überaus interessanten und an manchen Punkten aufregender Wasserfahrt will ich hier absehen. Soviel sei jedoch bemerkt, daß diese Drinafahrt im Juli 1917 ein genuß- und lehrreiches Erlebnis meines so wechselreichen Lebens war. Die Landschaft, die Cañons, die Schnellen und auch die Geschicklichkeit der Floßleute brachte mir meine Wasserfahrt in Ostasien vor 40 Jahren ins Gedächtnis. Die erste gefährliche Stelle befindet sich bei der alten türkischen Brücke in Višegrad, von wo die Flöße bei hohem Wasserstand in  $1\frac{1}{2}$  Tagen die Mündung in die Save erreichen. Bei dem Wasserstand im Juli 1917 genügten uns bis Zvornik kaum zwei Tage. Der Wasserstand der Drina ist überaus schwankend. Die auf der Brücke angebrachte türkische Gedenktafel verewigt den Wasserstand am 10. November 1896, als das Wasser nicht nur die Brücke in Manneshöhe überflutete, sondern auch die tieferen Teile des Städtchens überschwemmte. Am 28. Juli 1918 als die Drina um etwa 1 m. höher stand als im Juli 1917, ergab meine Messung eine Differenz von etwa 15—16 m. gegenüber dem Wasserstand im November 1896. An den geschlungenen Felswänden der Drina sah ich von Schritt auf Tritt Linien hoher Wasserstände.

Das Gefälle der Drina ist Abschnittsweise verschieden. Zwischen Foča und der Lim-Mündung ist es mäßig, auf der 6·8 Km. langen Strecke zwischen Višegrad und dem bei Štitarevo beginnenden Cañon Slop-Luka beträgt es durchschnittlich 1·912 m. auf den Kilometer. Auf der 8·7 Km. langen Strecke im Cañon bis zu der Sägemühle Strugari erreicht das Gefälle 3·33 m. pro Km. Hier sind die gefährlichsten Schnellen, so jene unterhalb des Dorfes Slap, deren Felstor vor einigen Jahren durch Sprengungen erweitert wurde.

In der 19·5 Km. langen S-förmigen Windung im Luka-Cañon zwischen Strugari und Klutihevo, gehen von dem Gesamtgefälle von 23 m. 1·18 m. auf einen Kilometer.

Unterhalb Klutihevo ist das Drinabett bis Banjabasta schnurgerade, hier wendet sich der Fluß aus seiner bisherigen östlichen Richtung nach Norden, dann folgt



eine gewundene, nordwestlich verlaufende Flußstrecke. Bei Klotiljevo gibt die Karte 1:75,000 eine Höhe von 219 m. an, bis hierher fällt der Fluß also auf einer Strecke von 20·3 Km. nur um 3·0 m., so daß eine Absenkung von 0·148 m. auf den Kilometer entfällt. Auf dieser Strecke hat die Drina ihr kleinstes Gefälle, worauf ich im weiteren noch zurückkommen will.

Von Lijesče bis zur Mündung des grossen Tales von Ljubovica fällt der Fluß auf einer Strecke von 50 Km. um 44 m. d. i. um 0·888 m. pro Kilometer. Zwischen Ljubovija und der Jadarmündung beträgt das Gefälle auf einer Strecke von 30 Km. 44 m., so daß auf einen Kilometer durchschnittlich 0·923 m. Senkung kommen.

Von der Jadarmündung über Zwornik bis zum Radalj-Tale fällt der Fluß auf einer Strecke von 20 Km. um 5 m. also um 0·25 m. pro Kilometer. Vom Radalj-Tale bis Loznica, bis zur Ebene beträgt das Gefälle auf 16¼ Km. 24 m., also durchschnittlich 1·6 m., von Loznica bis Rača an der Sava auf einer Länge von 55 Km. schließlich 36 m., d. i. 0·6525 m. pro Kilometer (Fig. 1.).

Gefälle der Drina und des Lim :

		Fällt vom	Gefälle in	Gefälle Meter
		M e t e r	pro	
Lim : Zwischen Quelle und Gusinje-Vereinigung		200 Km	900 — 300	700 3·50
Tara-Obere Drina :	„ „ „ Kolasin- „	180·0	„ 965 — 999	656 3·173
Grosse Drina :	„ Vereinigung — Višegrad	9·0	„ 299 — 287	12 1·333
	„ Višegrad—Štitarjevo	6·8	„ 287 — 274	13 1·912
	„ Štitarjevo—Strugari	8·7	„ 274 — 245	29 3·33
	„ Strugari—Klotiljevo	19·5	„ 245 — 222	23 1·18
	„ Klotiljevo-Lijesče (Banjabasta)	20·3	„ 222 — 219	3 0·148
	„ Lijesce—Ljubovija	50·0	„ 219 — 175	44 0·888
	„ Ljubovija—bosnischer Jadar	30·0	„ 175 — 140	35 0·923
	„ Jadar—(Zvornik)—Radalj-Tal	20·0	„ 140 — 135	5 0·250
	„ Radalj-Tal—Loznica	16·25	„ 135 — 116	24 1·60
	„ Loznica—Rača (Save)	55·00	„ 116 — 80	36 0·653
		445·55 bezw. 245 Km.		

Über die Felsschwellen und die Felsblöcke 225·55 bricht das Wasser schäumend, mit Donnergetöse, das die menschliche Stimme weit übertönt, um dann zwischen den Felswänden mit beängstigender Ruhe glatt über die bedeutenden Tiefen gleiten. Ich kenne die Drina von der Mündung des Lim abwärts bis Koviljača. Von der Drina als selbständigem Fluß kann erst von der Vereinigung der beiden Flüsse an gesprochen; denn in diesem oberen Abschnitte gleicht der Lim nachbarn, der Tara in Länge und Wasserreichtum vollkommen seinem. Beide Flüsse entspringen an der albanesisch-montenegrinischen Grenze auf den Höhen des Kom (2488 m), Visitor (2200 m.) und Prokletije-Skülsen (2296 m.) nahe bei einander. In ihrem Oberlaufe führt die Drina oberhalb der Mündung der Piva den Namen Tara. Zwischen der Mündung der linksseitigen Piva und der rechtsseitigen, von Plevlje kommenden Čehotina entfernen sich die beiden Flüsse in der Gegend von Prijepolje auf 70 Km.; in der Gegend von Bijelopolje aber nähern sie sich wieder auf 10 Km.

Vom Meer, oder besser gesagt vom Skutari-See sind die Quellen der beiden Flüsse nur 50 Km. entfernt, aus ihrer Nähe fällt die Moravica um mehr als 2000 m. mit einem durchschnittlichen Gefälle von 40 m. pro Kilometer.

Zum allgemeinen hydrographischen Vergleich will ich hier einige den Karten entnommene und berechnete Daten mitteilen :



Entfernung der Drina-Tara-Quelle von der Mündung in die Save in der Luftlinie .....	270	Km
in den Windungen gemessen .....	423	"
Entfernung der Limmündung in die Drina von der Save in der Luftlinie .....	660	"
in den Windungen gemessen .....	225·56	"
Entfernung der Limmündung von der Drina-Tara-Quelle in der Luftlinie .....	131·25	"
in den Windungen gemessen .....	198·7	"
Entfernung der Limmündung in die Drina von der Limquelle in der Luftlinie .....	150·1	"
in den Windungen gemessen .....	187·5	"

Über die Quellgebiete der Zwillingsflüsse finden sich in den Berichten von TH. KORMOS, E. JEKELIUS und E. VADÁSZ treffende Schilderungen.

Wenn man aus den Höhenangaben der Karten Längsprofile konstruiert, (Fig. 1.) so wird man finden, daß der Lim bis Gusinje mit steilem Gefälle auf das montenegrinische Plateau herabgelangt. Von Gusinje bis Bijelopolje ist sein Lauf um vieles tiefer eingeschnitten als die Tara (200—60 m). Weiter gegen den Zusammenfluß zu liegt jedoch bereits die Tara tiefer als der Lim.

Die Grosse Drina kann unterhalb der Mündung des Lim in drei Abschnitte geteilt werden. Der erste Abschnitt erstreckt sich von der Limmündung bis Banja-basta—Liešće. Er ist 74·3 Km. lang und fällt von 299 auf 219 m. um 80 m. (pro Km 1·077 m.); der mittlere Abschnitt reicht von Liešće bis Zvornik—Koviljača, ist 102·6 Km. lang und fällt von 219 m. auf 130 m. um 89 m. (0·877 m. auf den Km.), der untere schließlich umfaßt den Abschnitt zwischen Koviljača und der Save (Rača). Seine Länge beträgt 59·3 Km., er fällt von 130 auf 80 m. um 50 m.) auf den Km. ein Gefälle von 0·814 m.).

Die Luftlinie von der Limmündung bis zur Save hat eine Länge von 160 m.; in den Windungen gemessen ist die gleiche Flußstrecke 236·2 Km. lang. Das Gefälle beträgt insgesamt 219 m., wovon auf den Kilometer 0·812 m. kommen.

Das Gefälle der Drina ist in ihrem unteren Lauf grösser als in ihrem ziemlich langen Mittellauf. Es ist kein Charakterzug von Tieflandflüssen, daß sie, wie die Drina auf einen über 50 Km. langem Abschnitt zwischen Radalj und Rača (Save) ein Gefälle von fast 85 cm. pro Kilometer aufweisen. Es wird dies jedoch verständlich, sobald man erkennt, daß der Unterlauf der Drina über einen Schuttkegel der Save zueilt. Deutliche Beweise dafür sind die auf der Podgore-Mačva — Ebene radial verlaufenden Rinnsale und toten Betten, ferner der Umstand, daß die Drina aus ihrer östlichen Richtung zwischen dem Dorfe Jamena und der Stadt Šabac ein wasserständiges Gebiet umfassend, gegen Norden eine weite Biegung beschreibt. Dieser grosse Abfall aus der Hauptrichtung kann sicherlich dem Druck der Schutthalde zugeschrieben werden.

Nach den Mitteilungen von J. NÉMETH<sup>12)</sup> wurde die untere Drina bis Koviljača, jedenfalls bei hohem Wasserstande, mit Dampfschiffen befahren.

<sup>12)</sup> Szerbia mezőgazdasági termelése és forgalma (= Die landwirtschaftliche Produktion und der Verkehr Serbiens) (Ungarisch). Budapest, 1914. 19 Seiten.



## II. Abschnitt. Die Umgebung des Drinatales.

Die Grosse Drina kann von der Limmündung abwärts in drei Abschnitte geteilt werden. Der obere Abschnitt reicht bis Banjabasta, der mittlere bis zur Save-Ebene, bis Koviljača—Ložnica. In seinem unteren Abschnitt durchschneidet der Fluß ein Tiefland. Der obere Abschnitt ist in der Luftlinie 40 Km. lang, er verläuft in SW—NO-licher Richtung und der Fluß hat hier ein Gefälle von 20 m. pro Kilometer. Der mittlere Abschnitt hat in der Luftlinie eine Länge von 68 Km., er verläuft in SSO—NNW-licher Richtung und zeigt ein Gefälle von 1·20 m. auf den Kilometer. Der dritte, untere Abschnitt schließlich verläuft im grossen Ganzen in der Richtung SSW—NNO, besitzt in der Luftlinie eine Länge von 50 Km., und hat ein Gefälle von 1·0 m. auf den Kilometer. In ihrem oberen Abschnitt durchfließt die Drina eine ebensolche Landschaft wie ihr Schwesterfluß der Lim, oder ihre Nebenflüsse, die Piva und Čehotina, die von der 2500 hohen albanesisch-montenegrinischen Adriatischen Wasserscheide bis zum Landschatz Novipazar und Ostserbien auf paläozoischen und Werfener Tonschiefern dahineilen. Diese Tonschiefer werden in grosser Breite von Triaskalkplateaus und Tafeln bedeckt. Dann verläßt die Drina — sich mit dem Lim vereinigend — das Paläozoikum und betritt die aus dem Zlatibor-Gebirge in NW-licher Richtung auszweigende Ophit- (Serpentin-Peridotit) Zone, die sie bis zum Plateau der Tara-planina durchquert. Diese Hochfläche hat jedoch mit ihren 1400 hohen obertriadischen Kalksteintafeln dieselbe Lage wie die bis 2000 m. ansteigenden Kalksteinplateaus an der oberen Drina, so daß der obere Abschnitt der Grossen Drina morphologisch in der gleichen Region liegt wie das grosse Quellgebiet des Flusses bis an die nordalbanesische Wasserscheide. Der mittlere Abschnitt reicht bis zur Saveebene, und verfolgt, bezw. durchquert die Züge der westserbisch-ostbosnischen paläozoischen Schiefer. Im unteren Abschnitt in der Ebene fließt die Drina auf einem Schuttkegel der Save zu.

### 1. Die Drina von der Limmündung bis Banjabasta.

Von der Eisenbahnbrücke oberhalb der Limmündung bietet sich ein schöner Ausblick bis zu der Vereinigung der beiden Flüsse. Die Brücke bringt die Eisenbahnstrecke nach Sarajevo gerade oberhalb der Vereinigung an das rechte Drinaufer. Unmittelbar neben dem Brückenkopf zweigt die Linie in das Lim-Cañon nach Uvac zu ab, während die Linie an der Drina nach Višegrad führt. In beiden Richtungen tritt die Eisenbahn in einen Tunnel, von Sarajevo gerechnet in den 65-sten.

In der Wasserführung scheint sich die Drina vom Lim nicht wesentlich zu unterscheiden; dies erklärt sich damit, daß ihre Länge so ziemlich die gleiche ist, und daß auch ihr Sammelgebiet ähnlich beschaffen erscheint. Scharf sticht jedoch das gelbe Limwasser von dem dunkelgrünen, fast schwarzen Wasser der Drina in der Farbe ab. Der Lim wird durch den gelben Schlamm der Tertiärbecken von Gusinje und Berane gefärbt, während die Drina mit den dunklen Karstwässern der Kalksteincañons der Piva, Tara und Čehotina gespeist wird. Zur Zeit grosser Regengüsse gleicht sich die Farbe der beiden Flüsse natürlich aus.

Die Wasserführung des Lim scheint zwischen Uvac und Priboj, auf dem Ophit-Tuffit-Gebiet viel reicher zu sein, als in der Schlucht bei seiner Mündung. Dies bleibt nicht nur mein Eindruck, sondern wurde auch von den in Priboj stationierenden Offizieren bestätigt. Falls die Beobachtung richtig ist, kann dieser Umstand damit erklärt werden, daß ein Teil des Limwassers unterhalb Uvac in den Kalk-



steinmassen verschwindet und als Karstfluß auf wasserundurchlässigen Ophit-Tuffit-Boden oberhalb Višegrad wieder die Drina erreicht.

Von der Limmündung bis Višegrad fließt die Drina in einer Talenge. An den Talwänden sieht man abwechselnde und ineinandergefaltete hellgraue, weisse Triaskalke und dunkelbraune Ophite (Diabasserpentin Tuffit); die Drina hat hier zerteilte Schollen der Triaskalkdecke des Prača-Tales und des unteren Lim durchbrochen; dieses Triaskalkgebiet endet im Kegel der alten türkischen Zitadelle von Višegrad (Stari grad). Im Westen jedoch, weiter von der Drina wird die montenegrinisch-albanesische Triaskalkdecke durch das über 1000 m. hohe Kalkplateau der Semec- und Tesla-planina mit der Tara-planina verbunden. Auch von Osten wird die Drina von einer aus der Tara-planina gegen Süden, an der bosnisch-serbischen Grenze auslaufenden Triaskalkpartie, dem Kamm zwischen der Drina und dem Bijeli, begleitet. Dieser besteht aus dem mächtigen Kalkklippen des großen Stolac 1673 m., des Sanjac 1473 m. und des Gostiljac 1315 m. Die Drina selbst fließt jedoch von Višegrad abwärts auf Ophit- und Tuffitgebiet und eilt mit großem Gefälle dem Punkte zu, wo die Kalkmassen des Tesla-Javor und der Tara-planina zusammenstoßen und tief unter die Flußsohle sinken.

Unterhalb Višegrad bewegt sich der Fluß zwischen verhältnismäßig sanften Ufern auf dunklen Ophiten. Große Bergstürze brachten jedoch an beiden Seiten triadische Kalkschollen und staffelförmig sitzende oberkretazische Kalksteinmassen bis in das Flußniveau herab. Bei dem Dorfe Bristanica fand ich am linken Ufer eine triadische Diploporenkalkscholle, am rechten Ufer hinwieder liegen bei Durovići Kreidekalkschollen. An den grünen, ziemlich dicht besiedelten Lehnen der beiderseitigen Vorberge stehen die mannigfaltigen Gesteine der Ophitformation an. Der 979 m. hohe Panos-Berg war ein bemerkenswerter Operationspunkt im vergangenen Kriege. Er erhebt sich in der Nähe von Višegrad, oberhalb der Therme (35) und der kleinen Badeanlage im Banja (Han) Graben. Abwärts im Drinatale folgen nun landschaftlich schöne Partien; zwischen den aus Triaskalk bestehenden Höhen der Tesla-planina und des Stolac-Gostilje sitzen die isolierten Kreidekalkberge des Rogopek (1341 m.) und des Gradina (902 m.) auf Ophit. Im Hintergrund vereinigen sich die Triastafeln der Tesla und Tara-planina. Bei Štitarevo stürzt sich die schon bisher reissende Drina in jenen 25—28 Km. langen gewundenen Cañon, der vielleicht die längste und tiefste Schlucht ganz Serbiens, ja vielleicht des ganzen Balkans ist. Bis zum Dorfe Slop behält der Fluß seine bisherige nordwestliche Richtung bei, hier wendet er sich in rechtem Winkel gegen Nordosten, um dann diese Wendung nochmals wiederholend, die wilde bewaldete Schlucht bei Klotijowo, bzw. in der Nähe dieses Dorfes unterhalb Luka zu verlassen. Zwischen Štitarevo und Strugari fällt der Fluß nach Angabe der Karte 1:75.000 auf einer Strecke von nahezu 9 Kilometern um 333 m. In der Mitte dieses reissenden Abschnittes befinden sich die so gefürchteten Felsen und Schnellen der Drina.

Am bedeutendsten ist die Schnelle unterhalb der Ortschaft Slop, deren gefährlichste Felsen von der bosnischen Landesregierung vor einigen Jahren weggesprengt wurden. Schnellen gibt es auch auf den an großen Felsblöcken reichen Schutthalden der Seitenbäche.

Die Floßfahrt auf dem reissenden Wasser ist für den Naturforscher und Touristen ein Vergnügen sondergleichen; auf das ohrenbetäubende Tosen der Schnellen, auf das Rauschen des wirbelnden Wassers folgen Stellen, wo das tiefe Wasser zwischen den glatt geschwemmten Felswänden lautlos dahingleitet



Die geisterhafte Stille weicht jedoch gar bald wieder dem Getöse einer neuen Schnelle.

In dem 25 Kilometer langem Luka-Cañon gibt es keine Ortschaft ja nicht einmal eine einzelne menschliche Heimstätte oder auch nur ein gangbarer Weg. Die Flösse können hier nur an seltenen Punkten, an schmalen Geröllbänken landen. Von solchen Landungsplätzen führen schlechte Pfade zu den nächsten Gehöften oder Ortschaften.

Umso überraschender sind die Burg- und Kula-Ruinen auf den hohen Felsvorsprüngen der Talwände.

Am schmalsten und durch schraffe Felsen besonders ausgezeichnet bleibt der Cañon bei der Mündung des rechtseitigen, die serbische Grenze bildenden Brusnica-Buches; hier verengt sich die Schlucht auf 30—40 m. Über den Wasser sind scharfe Wasserstandzeichen wahrnehmbar.<sup>13)</sup>

Am 11. Juli 1917 beobachtet ich folgende Spuren von Wasserständen:

1. Unterwaschener Fels in 4—5 m. tiefem Wasser.
2. Glatt gewaschene weisse Kalkwand 2 m.
3. Moosbedeckte 2·5—3·0 m. hohe Zone, von welcher dunkle Moose in dicken Büscheln herabhängen. Oben stirbt das Moos ab und nimmt eine schwarze Färbung an. Dies ist die Linie des Mittelwassers.
4. Eine 3·0 m. hohe kahle Zone von rauher Oberfläche, mit Schlamm und Staub bedeckt.
5. Eine Zone von glattgewaschenem verkarstetem, kavernenreichem Gestein, 3—4 m. hoch. Diese Zone wird offenbar bei kurz währenden höchsten Wasserständen poliert.

Die Cañontäler des Lim und der Tara (oberen Drina) sind dem Slop-Luka-Cañon geomorphologisch ähnlich, der die Tesla- und Tara-planina durchschneidendet: sie dürften einander deshalb auch landschaftlich ähnlich sein.

Im Slop-Luka-Cañon ragen laut Fig. 58. fast senkrechte, 70—80 m. hohe Felswände aus dem Flußbett empor. Darüber ragen sanftere, jedoch noch immer bis zur Ungangbarkeit steile, bewaldete Kalklehnen und Zinnen an beiden Talseiten gegen Himmel, u. zw. auf der bosnischen Seite die Kalksteinzinnen der Tara-Javor-planina Sohotine 1100 m., Jasekovica 1091 m., Grad 1246 m., Ljutica 1243 m., auf der serbischen Seite aber der Stolovac 1039 m., Zvijezda 1335 m. Auch nach zu betrügt die Böschung des Tales 45°. Siehe Fig. 51.

In Kaskaden und Wasserfällen stürzen die Bäche hier in die Drina. Die mitgebrachten groben Steinblöcke fallen von der unteren, 70—80 m. hohen Felswand mit lautem Getöse in das Bett. Hier muß das Floß auf die gegenüberliegende Seite des Flusses gesteuert werden.

Im Slop-Luka-Cañon gibt es vier grössere Felsschwellen über die der Fluß mit wilder Eile hinwegstürzt. Nur wohlgeübte Floßleute wagen hier das Steuer zu übernehmen.

Nach ihrem Austritt aus dem Cañon fließt die Drina von Gaočikatol bis Dobrak auf einer Strecke von etwa 9 Km. in gerader Linie und in einem ganz normalen Bett weiter. Auf breiter Talsohle ist das Bett 18—20 m. tief eingeschnitten und

<sup>13)</sup> Leider sind die Höhenangaben der Karte 1:75,000 noch sehr unverlässlich und können deshalb zu einer hypsometrischen und hydrographischen Charakterisierung dieses herrlichen Talbildungen durchaus nicht herangezogen werden.



schließt zu unterst paläozoische und Werfener Schiefer auf. Die Flussaue wird von einer dünnen Schotterlage bedeckt. Die steilen Wände des Einschnittes sind mit Wald bedeckt, der dem Geographen, von weitem betrachtet, die Galerie-Wälder in Erinnerung bringt. Gegenüber von Dobrak bietet sich dem Auge ein überraschender Ausblick über den regelmässigsten Abschnitt des Drinatales.

Da die Drina oberhalb Klopotiva und unterhalb Luka in einem rechteckigen Knie aus ihrer nordwestlichen Richtung nach Südosten ablenkt und schließlich einen geraden östlichen Lauf annimmt, ist die Mündung des bereits unter Derventa beginnende Talabschnittes nicht zu sehen, der tief in eine 1000 m. hohe Kalksteinmasse eingeschnitten erscheint. Hier in der Nähe des Dorfes Ragjenović ist der Fluß auf einer Strecke von ungefähr 1 Km. im Triaskalk eingeschnitten, (Fig. 22.) er schneidet von der Tara-planina am rechten Ufer einen 250 m. hohem Berg mit vertikaler Wand ab, der damit in den Bereich des linken Ufers rückt. Kühn mit den Ruinen einer Burg gekrönt, ragt dieser in 462 m. abs. H. aus den sanften, von werfener Schiefeln aufgebauten Hängen von Ragjenovac empor. Dieser Fels verteidigt gleichsam den Eingang in den Klotijevo-Luka-Canon. Auf dunkel bewaldetem Hintergrund fällt diese Felsenfeste schon weit von Osten, von dem grossen Prisedo-Gipfel der Jalova-gora nördlich von Uzice in die Augen als Wachtposten der Canonmündung.

Von Süden her wird das Drinatal bis Banjabasta von der hohen Kalkwand der Tara-planina begleitet. Das Tal selbst befindet sich von Perućac an auf paläozoischen Schiefeln. Diese begleiten das Tal auch linker Hand. Wir befinden uns hier am Rande des grossen bosnisch-serbischen Schiferzuges.

Auffällig ist hier das geringe Gefälle des Flusses. Unterhalb Klotijevo gibt die Karte 1:75.000 die Kote 222 m. unterhalb Banjabasta aber 219 m. an; auf der 20.3 Km. langen Strecke beträgt die Niveaudifferenz also nur 3 m., was einem Gefälle von nur 0.148 m. auf den Kilometer entspricht. Hier hat der Fluß sein geringstes Gefälle. Ich vermag dies nichts anderem zuschreiben, als den Höhlenwässern, in welcher Form der obere Drin vor Entstehung des 25 Km. langen Canons Štitarevo-Klotijevo auf unterirdischen Wegen unter den Kalksteintafeln der vereinigten Tesla-Javor- und Tara-planina auf das Gebiet der paläozoischen Schiefer herabgelangte.

Das in den Höhlen filtrierte Wasser brach in Form von Vacluse-Quellen ohne Gerölle zutage, erodierte nicht, setzte keinen Schutt ab und umänderte deshalb auch nicht. Das geringe Gefälle aber dürfte damit zu erklären sein, daß die untere Drina zu der Zeit, als sie in dem Canon noch unterirdisch floß, nicht über Banjabasta hinaufreichte, sondern ihr Wasser in den vom linken Ufer herüberreichenden zusammenhängenden Anhöhe sammelte. Ich schliesse dies aus den oberhalb Banjabasta beobachteten Schotterterrassen, (Siehe Fig. 21.) deren Spuren ich weiter oben an den Hängen der Tara-planina nicht mehr antraf. Das Drinabett dürfte vielleicht zwischen Gaočica und Dobrak als Grabenversenkung den Charakter eines Seebeckens gehabt haben, in dem sich die Drina als Teich sammelte. Der flache Boden dieses supponierten Sees dürfte als Basis jener Schotterterrasse gedient haben, in die sich die Drina infolge der allmählich rückschreitenden Erosion ihr Bett mit grosser Regelmässigkeit 20 m. tief einschnitt. Und wenn auch kein ständiger See, so dürfte doch hier jedenfalls ein zeitweise überschwemmtes Polje bestanden haben, das durch irgendeinen — wenn auch noch so niederen — Riegel gegen das bei Banjabasta endende, gewundene Drinatal abgedämmt gewesen sein muß.



## 2. Das Drinatal zwischen Banjabasta und Zvornik-Koviljaca.

Der zweite Abschnitt der Großen Drina liegt auf einer 30 Km breiten, NW—SO streichenden paläozoischen Schieferzone. Der Fluß mündet hier auf einer ziemlich weiten, mitunter bis 1 Km. breiten Fluß aus. Auf der etwa 15 Km. langen Strecke Banjabasta—Bogačica wendet sich das Tal aus seiner W—E-lichen Richtung nach NO, dann nach N. Dann nimmt es bis zur Mündung des bosnischen Jadartales eine im allgemeinen NW-liche Richtung an, um von hier wieder bis Koviljača im großen Ganzen die Richtung nach N einzuschlagen. Abwärts vom Jadartale durchquert die Drina also die paläozoischen Schiefer vertikal bis zur Saveebene. Dieser mittlere Abschnitt der Drina ist in den Windungen gemessen 103 Km. lang. Die Umgebung des Tales ist recht eintönig; ziemlich hohe, sanft geformte Berge begleiten das sehr gewundene Tal. Die aus dem Tal aufsteigenden Lähnen tragen grüne Wiesen, Aecker, Gärten, Wälder und verstreute Ansiedelungen. Die 1000 m. hohen Gipfel liegen nur 8—10 Km. von der Drina entfernt. Abwechslungsreicher ist die serbische Podrinje-Gegend im Quellgebiet der Rogatica, Tresnjica und Ljubovica. Im Hintergrund von Rogatica ragen der Vrik 856 m. und die Visasava 915 m. als aus Phyllit-Quarzbreccie bestehende Monadnocks aus den mehr sanften Phyllit-Tonschiefer Hängen empor. Ich sah diese, von dem 967 m. hohem Gipfel Prisedo den Jelova gora in der hierher streichenden Antiklinale dieses Gebirges am 3. Juni 1917.

Ähnliche Monadnocks sitzen in der Nähe der Drina auf den Rücken der rechtseitigen tiefen Gräben im Umkreise des Ttiješnica-Tales: so der Berg bei Sv. Petar 762 m. der Kaselja brdo, der Ostrelj 680 m. und der Citluk brdo 529 m. Sie führen Quarzitbänke. Aus der Ferne beobachtet, könnten diese Berge samt den im Hintergrunde von Ljubovija sichtbaren isolierten Kalkspitzen, dem Nemic (801 m.) und den benachbarten Bergen leicht als vulkanische Massen gedeutet werden, da die unterhalb Ljubovija in Bosnien in großer Ausdehnung auftretenden, von KATZER als Trachyte bezeichneten Gesteine in kleinen Partien auch auf das serbische Ufer übertreten. Beim Dorfe Lorsin, unterhalb Ljubovija werden zwei Ausläufer dieses Gesteins durch die Drina durchschnitten, die Bäche rechterhand aberführen der Drina auch Ophit-Tuffit-Material zu.

In der Umgebung von Ljubovija sitzen in den Schiefeln Granodiorit- oder Dacitmassen. Dann wieder treten in den paläozoischen Schiefeln weisse Kalkeinlagerungen mit Serpentin und Quarzit auf.

Bei Zvornik streicht der weiße Kalk mit Tonschiefer abwechselnd in breitem Streifen auf das serbische Ufer hinüber und zieht in ziemlich regelmässige Antiklinalen und Synklinalen gefaltet in südöstlicher Richtung auf den Bobije-Cavčići (673—681 m.) hin.

Der Kalkstein ist dicht bewaldet, und es wird nicht leicht sein, die Lagerungsverhältnisse dieses Gesteines inmitten der paläozoischen Schiefer zu enträtseln. Am linken Ufer oberhalb Zvornik sah ich im Kalkstein zwei Antiklinalen und dazwischen eine Synklinale. Im Hangenden des schneeweißen, etwas kristallinischen Kalkes tritt auch grauer und dunkelblaugrauer Kalk auf.

Unterhalb Zvornik erweitert sich das Drinatal. Am linken Ufer gibt die KATZERsche Karte lediglich eocäne und miocäne Bildungen an, am rechten, serbischen Ufer hingegen wird das Tal bis zur Mündung des Radalj-Baches von paläozoischem Tonschiefer mit Einlagerungen von weissem, grauen Kalk und Quarzitbänken



begleitet. Auch der letzte Bergvorsprung vor der Ebene Mačva, zwischen Ložnica und dem Bades Koviljača, sowie der isolierte NW—SO-lich streichende Kamm der Kučewo-planina besteht noch aus paläozoischen Bildungen.

Unterhalb der Jadarmündung verengt sich das Drinatal, und der Fluß bespült die Kalksteinwände am linken Ufer bis Zvornik. Bevor man jedoch dieses schön gelegene, mit einer hohen türkischen Zitadelle gekrönte Städtchen am Fusse des 400 m. hohen Kula-Berges erreicht, durchschneidet der Fluß zwischen Divic und Mali Zvornik am rechten Ufer in einer plötzlichen Windung die ihm entgegentretenden Felsen. Hier befinden sich die letzten Schnellen, Schotterbänke und Felschwellen des Flusses über welchen die Floßfahrt gar beschwerlich ist. Das Wasser strudelt um 8—10 m. hohe Felsen und zwei aus weissem Kalkstein bestehende Kalksteinsäulen unterhalb Divic stellen gleichsam ein natürliches Felstor des Gebirgsabschnittes der Drina vor. Unterhalb dieser beiden Felsen betritt der Fluß alsbald die Ebene, hat jedoch noch immer ein ziemlich starkes Gefälle.

Unterhalb Veliki Zvornik beginnt der Unterlauf des Flusses. Das Tal verbreitert sich hier und es treten Inseln und Sandbänke im Bett auf. Auf einer Strecke von etwa 18 Km. wird die Drina zwar noch von niederen Bergen begleitet, und rechterhand umfließt sie den 769 m. hohen Crni vrh der Gučevo planina. Weiter schiebt sich zwischen Zvornik und Koviljača das breit mündende Radalj-Tal buchtartig in den nahezu 800 m. hohen, aus Granit und paläozoischen Schichten bestehenden Kamm der Boranja-Gučevo planina.

In der Nähe des Bades Koviljača betritt die Drina die Ebene. Von hier hat sie in der Luftlinie noch eine Strecke von 50 Km. auf einer Schutthalde zurückzulegen, die ich schon in der hydrographischen Einleitung erwähnte.

Die Drina-Ebene habe ich selbst nicht bereist, dies bildete die Aufgabe des Herrn Chefgeologen E. TIMKO, der in den Jahren 1916 und 1917 die Ebenen und landwirtschaftlich wichtigeren Hügelländer Serbiens agrogeologisch zu untersuchen hatte.

Von dem Vorsprung der Gučevo-planina bei Koviljača, der von der Drina unterwaschen ist, bis Ljesnica wird der Fluß auf einer Strecke von 22 Km. vom Loznicko polje begleitet. In diese Ebene von Loznica mündet bei Kozjak das serbische Jadar-Tal, dessen Wasser von der entfernt gelegenen niederen Wasserscheide der Kolubara, von dem nicht ganz 400 m. hohen Badija bei Kamenica herabkommt. Dieses Tal trennt das höhere Gebirge Westserbiens von dem Vorgebirge an der Save der Cer-planina 706 m. der Vlačič-planina 444 m.

Die in der Mačva-Ebene radial verzweigten trockenen Adern und Bäche, der kleine und grosse Jerez, Bitva, Zarava und Bakreni-Batar gehen unterhalb Ljesnica von der Drina aus, und verbreiten ihren Schuttkegel von der Drinamündung bis Sabac. Dieses Gebiet ist dicht bevölkert, und von unzähligen grossen Gemeinden bedeckt.

### III. Abschnitt. Allgemeine Morphologie Westserbiens.

Östlich von der Wasserscheide der Drina bis zur Morava zeigt die Gegend ganz andere orographische und hydrographische Züge, wie jene Plateaugebiete, die aus Bosnien vom linken Ufer der Drina auf das rechte Ufer herüber reichen und sich über Novipazar bis Montenegro und Nordalbanien verfolgen lassen. Die bosnischen und herzegovinischen Flüsse sind darin bis zum dalmatinischen Küstengebirge cañonartig eingeschnitten. Zwischen den Kalkhochebenen, sowie östlich und nord-



östlich davon übernehmen die niedrigeren Rumpfflächen und Abrazionsstufen der Mittelgebirge die Herrschaft. Dazwischen durchziehen die sich erweiternden Täler der Morava, der Kolubara und ihrer Nebenflüsse das fruchtbare Land, dessen sanfte Lehnen mich mit ihren zwischen Gärten, Wiesen und Wäldchen zerstreuten Gehöften an die Ansiedelungen des Schweizer Molassen-Hügellandes erinnerten.

Östlich von den Waldhöhen Zlatibor, Jelovagora, Povljen Vlašić, der Planina, der Drina-Wasserscheide durchzieht das dächerförmige Netz der Kolubara und ihrer Nebenflüsse; Kb. Tamnava Kladnica, Ljig, Starocka, Onjeg, Peštan, Tunja niedriges Hügelland. Südlich davon führt ein unter 660 m. bleibender, breiter Einschnitt zwischen den sich von West und Ost gegenseitig nähernden Maljen—Suvobar—Prostruga Rücken (900—700 m.) und dem Rudnik-Gebirge (1152 m.) gegen Gornij-Milovanovac in das Tal des Despotonica Flusses hinüber.

Gleichmäßige Bergrücken von nordwest-südöstlicher Richtung mit sanften Lehnen erfüllen diese Gegend. Sie bestehen aus gelben paläozoischen Tonschiefern am Rücken der Wasserscheide zwischen Morava und Save aus Serpentin und Diabas. Vereinzelt taucht aus dem gleichmäßigen, eintönigen Terrain hier und da eine kretazische Kalksteinkuppe als Transgressionsnest oder als Klippe auf; an andern Stellen liefern die zwischen den paläozoischen Schiefern eingeschlossenen härteren Quarz-Breccien-Bänke durch Denudation entblößte Monadnoks. Oberhalb Gornij Milanovac, längs der im Bau befindlichen Bahnstrecke gegen Ugrinovci zeigen sich dem Blicke des Wanderers im schroffen Gegensatz im Westen die sich sanft und eintönig gegen die Drina-Wasserscheide erhebenden Berge der paläozoischen Schiefer und Ophit-Formation, im Osten das in meridionier Richtung gestreckte steile Rudnik-Gebirge.

Letzteres ist durch Rhyolit, Granodiorit und Andesit Bazalt-Kuppen gekrönt. Der Trijeska (801 m.) und Crni vrh (921 m.) in der Nähe von Gornij Milanovac, der zum Rudnik gehörige Starac (1169 m.) und Ostrovica (800 m.) erinnern mich an die eruptiven Andesit und Dazit-Kuppen des siebenbürgischen Erzgebirges in der Gegend von Nagyág und Boica. Sie sitzen sämtlich auf kretazischen mergeiligen Sandsteines des Flyshtypus.

Das Rudnik Gebirge ist durch das tiefgelegene, lange Tal des Bosuta Baches von Arangelovacer Gebirge: Venčač, Bukulja (675—720 m.) Kremenica (1322 m.), getrennt. Noch ein west-östlicher Einschnitt wird erreicht: das Tal der Peštan und Kubinica Bäche, dann heben sich jenseits des sanften, lößbedeckten Hügellandes der Tunja—Misaca—Keska-Bäche gegen Norden noch die westlichen sichtbaren isolierten Höhen des Kosmaj (624 m.) und des Avala (565 m.) aus der niedrigen Abrazionsterrassen-Landschaft des belgrader Savegebietes empor.

Von Gornij Milanovac gegen Kragujevac begleiten die lößbedeckten sanften Lehnen der Sumadia das linke Ufer der grossen Morava. Dem sanfteren Gebirge des Morava-Zwischenlandes gegenüber jedoch, südlich der breiten westlichen Morava bei Čačak Kraljevo-Kruševac steigen hohe Berge: Jelica-, Trajlav-, Stolovi-, Studena-, Kopaonik-Planina, Napradna und Jastrebac über 1500 m. hinauf und ziehen gegen die Hauptwasserscheide des Balkan dahin.

Die Tal-, oder Tiefen-Achse West-Serbiens geht in nord-südlicher Richtung aus dem Kolubara-Tal gegen Gornij Milanovac in das Tal der Morava über und erreicht in der Nähe von Čačak dessen Erweiterung. Diese Linie trennt die west-serbischen paläozoischen Schiefer von den kretazischen Gebilden und stellt gleichzeitig den westlichen Rumpfflächen die östlichen Vulkankegel gegenüber. Was an



kristallinen Schiefern im östlichen Gebirge bei Kruševac, Kragujevac, Arangjelovac und Lazarovac vorkommt, scheint zufolge seiner stärkeren Krystallisation und seiner Granit-Lakkolite zu den metamorphen oder archaischen Gebilden des Rhodope-Gebirges zu gehören. Es hat den Anschein, als würde sogar die Cer planina, die am meisten isolierte Gruppe der Drina-Wasserscheide, auch noch einen Teil des Rhodope-Massivs darstellen.

Die breite, flache Talsohle der Kolubara und das niedrige Hügelland, das ihren unteren Lauf begleitet, scheint mir im Gegensatz zu den zwischen hohen Bergen eingeschlossenen engen Tälern der Drina und der beiden großen bosnischen Flüsse, der Bosna und der Vrbas ein im Sinken begriffenes Gebiet darzustellen. In der Gegend von Lazarovac, wo sich die fächerartigen Nebenäste der Kolubara vereinigen, giebt die Karte eine Höhe von 100 m. über dem Meeresspiegel an. In derselben geographischen Breite und nicht um vieles weiter von der Save lesen wir bei Zvornik 170 m. auf der Karte. Neben der Kolubara erkannte ich zwei niedrige Terrassen, im Drina-Tal sah ich 4—5 hoch ansteigende Schotterterrassen, — ein Umstand, der für eine stärkere und seit längerer Zeit andauernde relative Erhebung des Talgeländes, im Gegensatz zur Senkung des Kolubaratales spricht.

Das höhere, 1000 m. erreichende Gebirgsland, das die Wasserscheide der Drina bildet und die bis zur isolierten Cer-Planina reichenden Vorgebirge, die auf das große ungarische Alföld blicken, werden durch das breitere Tal der Jadar-Kolubara getrennt. Der 400 m. hohe Pass von Kamenica ist zwischen Jadar und Kolubara der östlichste Punkt der Drina-Wasserscheide. Dieser Punkt ist schon auf jener Rumpffläche gelegen, die als breites, ehemaliges Peneplain die Vlasic-, Iverak-, Cer- und Gučevo-Planina umgibt und mit ihrem Antlitz, ihren glatten Formen den von pontischen-pannonischen Schichten gebildeten Hügelgebieten des ungarischen Beckens (Komitat Somogy oder Krassószörény) ähnlicher ist, als dem von metamorphen Schiefern gebildeten Phyllitgebirge. Zwischen dem serbischen Phyllitgebiete und den ungarischen Kerngebirgen von jüngerem Gesteintypus, die das Becken umgeben (Hegyes, Gömör-Szepeser Erzgebirge, Alpen des Komitates Vas) besteht ein großer morphologischer Gegensatz.

Der dritte Zug der palaeozoischen Schiefern beginnt im Norden mit der sich aus der Mačva-Ebene erhebenden Cer-Planina und geht parallel mit seinem Zwillingspaar, dem Iverak in die Vlašić-Planina über, um dann in das sanfte Hügelgefölge des Ub-Tales verflachend zwischen Slovac und Baleokva auf das rechte Ufer des Kolubara-Flusses hinüberzuehen.

Er zeigt sich in den Toplica- und Ljig-Tälern in schlächten Aufschlüssen und endet bei Arangjelovac in der Granitmasse des Bukilja (720 m.). Dieser Zug ist durch häufig zwischen den Schiefern auftretende Granit-, Pegmatit- und Aplitin intrusionen und Lakkolite gekennzeichnet. Die Fortsetzung dieses Cer-Planina-Bukulja Arangjelovac Zuges mußte mutmaßlich südlich von Kragujevac zu suchen sein, wo der Kern der lössbedeckten Hügel des Sumadia-Gebietes von aus schlechten Aufschlüssen bekannten Glimmerschiefern, Amphibolschiefern und Gneissen gebildet wird. Dieser Zug, der sich in der Richtung gegen die Vereinigung der beiden Morava-Flüsse dahinzieht, ist zwischen Kruševac und Stalac durch grobkörnigen Gneissgranit, dem finnländischen Rapakivi Gesteintypus charakterisiert.

Dieser Schieferzug mit Granitin intrusionen, Glimmerschiefer und Gneiss stellt vielleicht einen Ausläufer des Rhodope-Gebirges dar; seine Gesteine sind stärker umgewandelt, als diejenigen der Vorigen, die von den serbischen Geologen öfters



an einer Stelle oder der anderen in großer Ausdehnung für kretazischen oder eocänen Flysch angesehen und kartiert wurden.

Noch ein viertes paläozoisches Schiefergebiet muß ich zur allgemeinen Beleuchtung der von uns begangenen Gebiete erwähnen. Dieses geht zwar nicht auf den Boden Altserbiens über, doch nähert es sich seiner Nordwestecke. In Bosnien durchquert der oberste Abschnitt der Drina, oberhalb der Limmündung zwischen Gorazda und Foča nach der Übersichtskarte FR. KATZERS das Streichen der paläozoischen Schiefer in einer Breite von über 30 Km. Diese ziehen gegen Plevlje und reichen unterhalb der Kalksteintafeln weit nach Süden in den Cañons der Piva und Tara und erreichen sogar den oberen Lauf des Lim-Flusses in der Gegend von Pripolje.<sup>14)</sup>

#### IV. Abschnitt. Die Geologischen Gebilde Westserbiens.

##### I. Paläozoische Schiefer.

Der Kern und die Basis der altserbischen Gebirge zwischen Morava und Drina sind aus phyllitischen und quarzhaltigen Tonschiefern und ihren Quarzit-, Quarzbreccien- und Kalk-Zwischenlagerungen aufgebaut. Die Tonschiefer treten von Südosten, aus dem Hochlande des Sandschak von Novipazar nach Serbien über, wo sie bis zur Save-Ebene, der Gegend von Podgore und Mačva mehrere in SO—NW Zügen dahingestreckte, breite Rücken mit glatten Lehnen und gleichmäßiger Höhe und quer verlaufende, ebenfalls gleichmäßige Rücken bilden. Gegen Norden zeigt ihre allgemeine Morphologie den Typus von stufenweise verflachenden Abractions-Rumpfflächen.

Im Süden zieht längs des Moravica-Tales, zwischen den Anhöhen des Kopanik (2080 m.) und Javor (1900 m.) gegen Ivanjica, Požega-Užice und Banja-Bašta immer breiter werdend der von Süden gerechnete erste Zug der paläozoischen Schiefer dahin.

Die Triaskalktafel des Javor, Ljubjen, Ponikve und Tara Planina begleiten von Südosten her diesen großen paläozoischen Tonschieferzug. Das Drinatal durchkreuzend, reichen diese Schiefer in Bosnien bis zur weiteren Umgebung von Vlasenica. Das Drinatal folgt mit seinem SO—NW Abschnitt zwischen Banja-Bašta und Zvornik dem Streichen des Schieferkomplexes. Dort, wo sich die Drina in der Gegend von Zvornik aus ihrer NW-lichen Richtung in die nördliche wendet, sitzt im Radjevo Gebirge ein großer Granit Lakkolit in den Schiefern. Es ist der Granit des Boranje Rückens (Crni Vrh 890 m., Kosutnja Stopa 944 m.), der gewißenmaßen den Kern des großen Schieferzuges von Novipazar—Drina und des in Serbien, längs des Jardar verlaufenden, zweiten (podgoraer) Schieferzuges darstellt, welcher letzterer gegen Zavlaka und Kamenica bis Valjevo reicht. Der Schieferkomplex wird hier durch die Karbon-, Trias- und Kreide-Kalkklippen der Jagodnja, Medvednik, Poveljen, Gvozdar Planina mit tafeligem Serpentin und Schiefer und Tuffit im Liegenden zerteilt.

Der paläozoische Schieferzug der Oberen Drina und der Lim-Gegend wird vom Zuge der mittleren Drina durch das große Serpentin-Peridotit-Tuffit-Massiv des Zlatibor Gebirges getrennt. Dieses, von Tutinja (Ipek) kommend, erst schmal, später gegen Novavaros-Priboj-(Užice-Bioska-Kremma immer breiter werdend, endigt

<sup>14)</sup> Siehe die Berichte von TH. KORMOS, E. JEKELIUS und E. VADÁSZ, ferner die Mitteilung von TH. KORMOS.



auf bosnischen Gebiet der Drina in der Gegend von Višegrad. Das schon erwähnte, mit Kalkklippen und Decken verbundene Ophit-Massiv des Jagodnje-Medvedbik-Povljen, das in die palaeozoischen Schiefergebiete an der Mittleren Drina und längs des Jadar gegen Nordwest keilartig eindringt, gegen Südost breiter wird und über die Anhöhen der Bukovska Planina (989 m.), Kaljen Planina (997 m.), und Suvobar (856 m.) bis zur Gegend von Čačak und Gornji Milanovas reicht, trennt in ähnlicher Weise den zweiten und dritten palaeozoischen Schieferzug von einander.

Ich erwähne diese Serpentin-Peridotit-Maßen deshalb schon jetzt, bei der Besprechung der palaeozoischen Schiefer, weil ihr Zusammenhang und ihre einheitliche geomorphologische Ausbildung dieser Gebilde nach meinen Erfahrungen in das engste Verhältnis zu einander stellen.

Die petrographische Kennzeichnung der westserbischen palaeozoischen Schiefer und ihre hierauf begründete Horizontierung ist keine leichte Aufgabe. Žujović hatte gleichfalls beobachtet und festgestellt, daß azoische Schiefer, die sich in die Primärformation einreihen liessen, in Westserbien nur an wenigen Stellen vorkommen. Er erwähnt nur aus dem Kreise Užice kleine kristallinische Schieferaufschlüsse von 5 Stellen. Die Gesteine der Berge Venčač, Bubulja, Vagon in der Gegend von Arangelovac im Šumadia Gebiet in Mittelserbien, sowie die großen kristallinischen Schiefer-Maßen südlich Kragujevac, und endlich in den nördlichen Bergen Westserbiens die Čer Planina, die Granit Maßive des Boranja Košutnja-Stopa und ihre begleitenden Schiefer stellt er in das Archaikum.

Im Hochgebirge Alt-Südserbiens, zwischen dem Kopaonik und dem Javor Mučan tritt er ebenfalls für das Vorhandensein des Archaikums in die Schranken. Im Allgemeinen stimmt die Beobachtung Žujović mit meiner obigen zusammenfassenden Beschreibung der von mir in Serbien gesehenen phyllitischen „krystallinischen“ Schiefer überein.<sup>15)</sup> In Bezug auf die Horizontierung weichen jedoch meine Folgerungen von denjenigen Žujović ab. Ich sehe es nicht erwiesen, dass die krystallinischen Schiefer vom Vlašić in der Čer Planina, jene aus der Gegend von Arangelovac, oder sogar vom Boranje-Košutnja Stopa ihr Alter betreffend von den übrigen westserbischen, phyllitischen, palaeozoischen Schiefern abweichen würden.

Ihre stärker krystallinische Beschaffenheit schreibe ich Kontaktwirkungen im Bereiche der dazwischen auftretenden Granit Aplit-Verästelungen und der Granitlakkolite zu. Ich glaube dies nicht nur, weil Gneiss, Glimmerschiefer und weißer kryst. Marmor (Venčač) ausschließlich in der Nähe der letzteren, und auch da nur in schmalen, mantelartigen Zonen vorkommen, sondern auch aus dem Grunde, weil diese mehr veränderten Schiefer in die im Palaeozoikum vorherrschenden Tonschiefer übergehen und mit ihnen abwechseln.

Immerhin habe ich die metamorphen Schiefer der Gegend von Kragujevac—Arangelovac, und der Čer Planina als zwar palaeozoischen, von Granitmaßen durchdrungenen Zug, der vom Rhodope Gebirge abzweigend, dennoch als ältere Formation vom westserbischen Palaeozoikum unterscheiden.

FR. KOSSMAT<sup>16)</sup> ist geneigt die krystallinen Schiefer und Kalksteine des Kopa-

<sup>15)</sup> Geologische Übersichtskarte des Königreiches Serbien: Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt Wien (1886) Bd. 36., 74 (4.).

<sup>16)</sup> Bericht über eine geologische Studienreise in den Kreisen Mitrovica; Berichte der math. phys. Klasse s. K. sächs. Ges. der Wiss. Leipzig LXVIII. Bd. 1916. pag. 161—162.



nik in der Gegend des Ibartales gleichfalls zu den palaeozoischen Schiefern, ja sogar zum mesozoischen Kalk zu stellen. Er betrachtet sie jedoch nicht für Zugehörige des Rhodope Massivs, sondern schreibt sie der umgestaltenden Wirkung der jungen Syenit Eruptionen des Lopavnik und Studenica zu.

O. AMPFERER und J. HAMMER<sup>17)</sup> äussern sich unter Berücksichtigung der Studien Urošević dahin, daß die auf der Karte Žujović bezeichneten westserbischen Krystallinischen Schiefer samt jenen der Cer Planina nicht zum krystallinen Uhrgebirge gehören.

Ich habe den großen palaeozoischen Schieferzug in der Gegend der Mittleren Drina in 5 einander nahe gelegenen Querprofilen untersucht:

1. Vom Drinatal, zwischen Derventa, Banjabašta, Rogatiča, Ljubovija Zvonik; (Fig. 22.)

2. Von Užice über Banjabašta, Rogačica bis zum Kalksteinkamm der Gvozdar-Planina; (Fig. 21.)

3. Nördlich Užice der Jelovagora entlang bis zur Prišedo Höhe;

4. Nordöstlich Užice im Lužnica Tal bis Košjerici;

5. Südlich Čačak im Morava Tal, in der Gegend von Guča, Ivanjica (Fig. 23.) bis zum Profilen konnte ich mich mit dem längsten und breitesten palaeozoischen Schieferzug Westserbiens gut genug bekannt machen. Meine in Tagebuchnotizen niedergelegten Erfahrungen gebe ich durch die Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen I. FERENCZY's und L. JUGOVICS ergänzt im folgenden wieder.

Die Reihenfolge der Tonschiefer übereinander wäre in grossen Zügen und von der Erfahrung ausgehend, wonach die Schiefer vom Drinatal bis zur Jelova Gora und darüber hinaus gegen Südost bis ins Moravicaltal in einer sanft gewölbten, nicht einmal stark zerknitterten Antiklinale<sup>18)</sup> gelagert sind, folgende:

a) In dem zwischen Vlašnica — Mittlerer-Drina — Užice — Ivanjica in NW—SO Richtung gestreckten, ca 150 Km. breiten, gegen die Mitte 15—20 Km. breiten Schieferung bei Užice, im Kern der Antiklinalen Prišedo-Wölbung (467 m.) der Jelova Gora befinden sich die tiefsten und ältesten Lagen dieser Bildung. Es sind graue und dunkelbleigraue Dachschiefer mit flacher Plattenstruktur, die im Powljen Gebirge, bei Makovište in Guča und Ivanjica zum Dachsecken Verwertung finden. Diese Dachsschiefer treten in der Gesellschaft eines bleigrauen, glänzenden Phyllits auf, und bilden bei Ivanjica dicke Bänke, die mit ihrem dunklen, massig erscheinenden Äusserem die irrümliche Vorstellung von eruptiven Gesteinen erweckten, und in den Übersichtskarten von Žujović und KOSMAT auch als solche bezeichnet wurden.

b) In unbestimmter Reihenfolge schliessen sich an die Dachschiefer Sericitschiefer, die als Glimmerschiefer bezeichnet werden können und graphitische Tonschiefer an. Darüber folgen feinkörnige Arkosen-Sandsteinbänke, die bald spröde, würfelig zerbröckelt auseinanderfallen, bald fein geschiefert sind und in ihrer chaotischen Mikrostruktur die Fältelung des Gneisses nachspiegeln. Stellenweise sitzen Eisen- und Manganhaltige Ausscheidungen und erzführende Nester in diesem Sandstein (Prišedo). Den Sandstein und Graphitschiefer begleitet fast immer eine Sericit-Phyllit-Quarzbreccie in dickeren Bänken. Sie scheint das oberste Glied im Komplex

<sup>17)</sup> Soc. cit. 21. pag. 699.

<sup>18)</sup> Auch O. AMPFERER und W. HAMMER haben in der Jelova-Gora auf eine grosse kuppelartige Wölbung, und auf eine sehr hochgradige Fältelung in kleinen hingewiesen. L. cit. 10. pag. 688. Ich würde dies nur als eine zwischen parallelen Schichten erfolgte sekundäre Fältelung bezeichnen.



der palaeozoischen Schiefer darzustellen. Ich verfolgte diese phyllitischen Quarzbreccien von der Gegend von Ivanjica im Tal der Moravica bis Požega. Ferner verfolgte ich von Užice bis zur Drina an der Sarajevoer Strasse von der Häusergruppe Poro im Berzanska-Tal die Bänke von Arkosensandstein und Quarzbreccien mit dem sie begleitenden Graphitschiefer längs der Landstrasse bis zur Ortschaft Duboi und dem Kalkplateau Stapari. An der Strassenverzweigung Banja-Bašta, jenseits des Glavica-Passes bei der Ortschaft Dub sah ich in den Monadnooks der zerschnittenen Rücken gegen SW geneigte Sandstein- und Quarzbreccienbänke.

An den von den Kalkplateaus Tara-Planina und Ponikve nach Bajna herabführenden scharfen Querrücken (oberhalb Rača) bestehen die hervorragenden Monadnocks gleichfalls aus gegen SW geneigten Sandsteinen und Serizitbreccien. Diese auftauchenden Züge liegen sämtlich am Nordwestraum des Schieferzuges, in der Nähe des konkordant darübergelagerten Werfener Hangenden. Auf der 967 m. hohen Prisedor-Höhe der Jelova Gora bilden mit dem Graphitschiefern zusammen die quarzaderigen Quarzbreccien-Fänke ein Antiklinalgewölbe, dessen Fortsetzung sich nach NW gegen Banja-Bašta, Rogatica über die Anhöhen Malić (900 m.), Visešava (915 m.), Kik (856 m.), durch das gegen 13<sup>h</sup> und 22—23<sup>h</sup> gerichtete Einfallen der harten, an den Rücken in Form von Monadnock-Kuppen vorspringenden Bänke mit dem Auge verfolgen läßt. Zwischen Banja-Bašta und Rogatica durchschneidet die Drina diese Antiklinale in der Talenge Lijesče-Križevac<sup>19)</sup>. Im Kern derselben findet sich um Križevac herum an der rechtseitigen Strasse auch dunkelgrauer Kalk unter den Schiefeln.

Nördlich von Rogačica, am Rücken der Tovarnica gegen die kühnen Kalksteinwände der Gvozdar-Planina dringend (Siehe Fig. 9.), findet man die auf dem stark zerknitterten, glänzenden Serizit-Phyllit ruhig liegenden Bänke von phyllitischen Tonschiefer- und Arkosensandsteine, die beständig gegen NO, unter 25—40° einfallen. Auf der Sarampov-Höhe, unweit der Ruine des Wirtshauses Gujiba preseka sitzen dunkelgraue (fast schwarze) Kalksteinbänke im phyllitischen Tonschiefer. Ähnliche dunkle, kaum krystallinische Kalksteinplatten zeigten sich schon früher, unweit Rogačica in dünnen Lagen. Südlich von der Ortschaft Dub, an der Strasse Banja-Bašta, auf dem in das Berzanska-Tal hinabführenden Glavica-Pass sah ich gleichfalls gegen SW gelagerte weisse und bläulichgraue, dünne Kalksteinplatten. Ich kann auf Grund sicherer Beobachtungen behaupten, daß im gewölbten Aufbau des großen westserbischen Schieferzuges die Kalksteineinlagerungen in dem gegen Südwest geneigten Flügel nur eine untergeordnete Rolle spielen und nur linsenförmige Platten darstellen. Im nordöstlichen Flügel des Gewölbes sind hingegen die dunkeln Kalksteinbänke mächtiger und lassen sich im Streichen über längere Strecken verfolgen. Beweise hiefür sind das Vorkommen dunkelblaugrauer Kalksteine im Škapez-Tal in der Gegend von Bela-Crkva zwischen Požega und Jelendo, ferner neben der Eisenbahnhaltstelle Ovčar-Klisura, wo neben quarzitischen Bänken und Graphitschiefern dunkle Kalksteine auftreten.

Der mittelserbische palaeozoische Schieferzug wird, (Siehe Fig. 9.) wie oben ausgeführt wurde, durch eine Gruppe der auf Peridotit-Serpentin-Diabas und Tuffit

<sup>19)</sup> O. AMPHERER und W. HAMMER (l. cit. 10. pag. 688.) bezeichnen dieses Gebilde als „Geröllgneiss“ und glimmerigen Quarzit. Der ung. Staatsgeologe I. FERENCZI, der die von uns gesammelten serbischen metamorphen Schiefer untersuchte, bestimmt die Quarzereccien der Jelova-Gora als Serizit-Gneisse und Serizit-Quarzite der „Epi-Gruppe“ und erkannte auch chloritischen Serizit-Albitgneiss darunter.



aufsitzenden, sowie in diese hineingefalteten Trias und Kreidekalkzüge der Gvozdar-, Jagodnja-, Medvednik-, Povljen Gebirge von dem in der Gegend von Zvornik-Krupanj-Pečka Stave-Valjevo auftretenden, nördlichen, zweiten palaeozoischen Schieferzug getrennt. (Siehe Fig. 8.)

Die nordöstliche Grenze des ersteren, eines grossen, gewölbten Zuges zieht sich aus dem Drinatal von Trinješnica über das Gebiet der hochgelegenen Bergorte Lipnica, Zakučani, Tarnik und Makovište und enthält über dem gewöhnlichen Phyllit Deckschiefer und Graphitschiefer reichlich serizitische Quarzitbreccien-Bänke, helle und rosenfarbige feinkörnige Quarzitbänke, doch kommen auch dunkelgraue Kalksteinbänke in ihrem Gefolge vor. Das Einfallen der Schichten ist beständig gegen NO gerichtet. Das gleiche allgemeine Einfallen herrscht auch unter den Schiefen zwischen Požega und Arilje in den serizitischen Quarzitbreccienbänken vor, die den Gegenflügel zu jenen Quarzbreccienbänken bilden, die an der Landstrasse zwischen Ivanjica und Mučan-Javor unter häufigen Wiederholungen gegen SW einfallen. (Abweichungen: SSW und SSO.)

Im Wassergebiet des Moravica-Tales kreuzt die Antiklinalwölbung der palaeozoischen Schiefer das Tal unweit Ivanjica. Acht Kilometer unterhalb des Städtchens, an der linken Seite des von Westen einmündenden Grabovica-Tales, auf dem der Vodice Höhe zugewendeten Rücken ist NO die allgemeine Einfallsrichtung des glattblättrigen, glänzenden serizitischen Phyllits und des darüber gelagerten feinkörnigen, glimmerigen Arkosen-Sandsteines. Gegen die Vodice Höhe wendet sich jedoch das Einfallen plötzlich nach SW. Auf den Anhöhen Biljega (1091 m.), Vodice (1170 m.) überdeckt der rote Breccien-Sandstein (Perm) und sandige Tonschiefer vom Werfener Typus die phyllitischen Schiefer in fast horizontaler Lagerung.

Die im Profil des Užice-Skrapež Tales beim Paß vor Košjerici, am Sarampov-Tairovec (800 m.) gegen NO unter 30° einfallenden, weissen Quarzbreccien Bänke gehören sammt den auf der Vodice Höhe befindlichen zum nördlichen Flügel des Zuges.

Ich kann auf Grund meiner eigenen Beobachtungen feststellen, daß die alten palaeozoischen Schiefer, die Arkosen Sandsteine und serizitischen Bänke Westserbiens sammt ihrem Gefolge von Graphitschiefer und Dachschiefer in allen vier palaeozoischen Schiefergebieten in der gleichen Reihenfolge über einander auftreten, wie denn auch die Schiefergebiete der grossen Mittleren Drina und der Westlichen Morava Gegend, — der oberen Drina und Lim Gegend, — der Zvornik Krupanj Zavlaka—Valjevo Gegend, und schließlich der Čer Planina—Kolubara Gegend auch in ihrer äusseren Erscheinung im allgemeinen identisch sind.

Sie liefern eine verwitterte, gelblichbraun gefärbte Oberfläche und verdienen in diesem Zustand die Namen Phyllit, Sericitschiefer oder Glimmerschiefer nicht. In petrographischer Hinsicht erinnern sie lebhaft an die Grauacken-Gebilde der Alpen oder an die kristallinen Schiefer der das grosse ungarische tertiäre Becken umgebenden Gebirge, an die II. (nach J. von Böckh III.) krystallinische Schiefergruppe der Kleinen Karpathen, der Bükk-, Hegyes Drócsa-, Pojana Ruszka-Gebirge. Nur im Umkreis der Granit und Syenit Lakkolite und Dykes sind die Schiefer krystallinischer, wie dies auch bei den ungarischen der Fall ist.

Ich muß nachdrücklich hervorheben, daß während sich in den südlichen Gebieten zwischen den palaeozoischen Schiefen Kalksteinzwischenlagerungen, nicht oder nur sehr selten in dünnen Fetzen zeigen, die nördlichen Züge umso mächtigere Kalksteinlagen einschliessen. Besonders der zwischen Zvornik-Krupanj-Zavlaka-Valjevo hingestreckte palaeozoische Zug ist reich an Kalksteinbänken. Diese er-



scheinen bald als lange Streifen sammt den Schiefen gefaltet, bald in einzelnen Klippen (oberhalb Pečka) oder als Plateaus (Jagodnja Hochebene) im Schiefergebiet. In der Nachbarschaft der Kalksteine ist die Faltung der Schichten hochgradig.

Trotz alledem lassen sich regelmässige Faltenzüge, langgestreckte Antiklinalen und Synklinalen ebensowenig ausfindig machen, wie in den Klippenzügen der nord-westlichen Karpathen bei denen die Lagerung der wie in den serbischen palaeozoischen Schiefer analog eingebetteten Kalksteine überaus ähnlich ist. Es ist auch gar kein Wunder, daß die serbischen Geologen die Tonschiefer der Gegend von Valjevo für kretazischen, ja sogar eocänen Flysh angesehen hatten, wahrscheinlich umsomehr, als sich die palaeozoischen Kalksteine bei oberflächlicher makroskopischer Prüfung kaum von den älteren belgrader Kreidekalksteinen unterscheiden lassen. Es ist nur den Herren O. AMPFERER und W. HAMMER, und mit ihnen gleichzeitig uns gelungen diese serbischen Kalksteine in ihrer ganzen Ausdehnung auf Grund von Fossilien zu horizontieren.

Bezüglich der palaeozoischen Schiefer erwähne ich noch die beachtenswerte Erscheinung, daß an einigen Stellen, z. B. an der Landstrasse Rogačica—Tubravac—Valjevo und am südlichen Fluß der Tisova Glava Höhe zwischen Serpentin Tuffit zwei kleine Glimmerschieferfetzen vorhanden sind. Ein grösseres Phyllit- und Graphit-schiefervorkommen fand ich am südlichen Fuß des Grossen Medvednik in dem langem, in das Ljubovija-Tal mündenden Zavojsnica Graben. Ein noch grösserer Phyllitfleck ist am Südfuß der Bobija Tarnicka Kalkklippe (Orovicka Planina Rücken), neben dem Obstina (Gemeindehaus) der Ortschaft Tarnik vorhanden. Hier bestimmte ich das Einfallen des Phyllits mit  $35^{\circ}$  gegen SW. Aufwärts zieht sich der Phyllit bis zur Wasserscheide der Orovicka und Tribuca Bäche. Sammt den Triasklippen und festen, rosa gefärbten Quarziten ist hier auch der Phyllit zwischen serpentinschen Tuffitschichten eingefaltet.

Aus dem Vorhergesagten schliesse ich also darauf, daß sich die Zone der palaeozoischen Schiefer an der mittleren Drina im allgemeinen in einer sanften Wölbung emporhebt. Am Südweststrand, in der Gegend von Derventa-Banja Brdo und Užice fallen die Schichten unter  $20\text{--}30^{\circ}$  gegen Südwest. Bis zum Talzug oberhalb Rogačica, dem vlk. Prisedo Gipfel der Jelova Gora und dem Sarompon Paß des Crnikosa Rückens zwischen Požega—Košjerici fallen die Schiefer im Allgemeinen gegen Südwest, obwohl sekundäre Fältelungen von entgegengesetzter Richtung ebenfalls häufig vorkommen.

Nördlich Rogačica und jenseits der Prisedo Sarampov Höhen wird sodann die nordöstliche Einfallsrichtung vorherrschend. Die Antiklinallinie läßt sich an den erwähnten Punkten sehr wohl festlegen.

Über den nordöstlichen palaeozoischen Schieferzug von Zvornik—Valjevo und dem südwestlichen von Foča—Plevlje—Novipazar habe ich keine persönlichen Erfahrungen.

Ich kann jedoch mit Sicherheit darauf hinweisen, daß der südliche Flügel der zur Mittleren Drina gehörigen palaeozoischen Zone viel ruhiger gelagert ist, als der nordwestliche. Dies offenbart sich im Verhalten der Triasdecke. Im Südwesten, und zwar je mehr man sich der montenegrisch-albanischen Grenze und der Gegend von Novipazar—Novavaroš nähert, desto offenkundiger zeigen die grossen tafeligen Hochebenen eine ruhige Lagerung über dem palaeozoikum, ja sogar über die Ophit-Tuffit-Formation. Im Nordosten hingegen, in der Region der Mittleren Drina und bei Valjevo im Jablanica und Obnicala wurde der Tuffit mit dem palaeozoischen



Phyllit gleichzeitig gefaltet, und die Klippenzüge, ja sogar die einzelnen Klippen des Triaskalkes lagern mit auf den Kopf gestellten Schichten im Tuffit oder an den Berührungsstellen des Tuffits und der palaeozoischen Schiefer. Auch treten die mit den Werfener Schichten eng verbundenen, in die tieferen Horizont der palaeozoischen Schiefer einzufügenden, dunklen Perm-, (Permokarbon) und älteren palaeozoischen, weissen Kalksteine in dichten Klippen und langen Zügen auf, doch nur im Norden; im Süden fehlen sie fast vollkommen. Dies alles kann gleichfalls der stärkeren Faltung der Nordflügel unserer palaeozoischen Gewölbe zugeschrieben werden, wodurch im Norden tiefergelegene Schichten hochgehoben wurden, als in den südlichen Flügeln. Es kann aber auch als eine regionale palaeogeographische Gruppierung gedeutet werden.

Im Tal der Mittleren Drina treten stellenweise auch eruptive Massen im Gebiete der palaeozoischen Schiefer auf.

Unterhalb Ljubovija scheidet die Drina zwei kleine Flecken jenes grösseren Trachytakkolits ab, den F. KATZER auf seiner Karte am gegenüberliegenden bosnischen Ufer verzeichnet. Bei der Ortschaft Lonjin und an der Mündung des Gračnica Tales tritt je ein kleines, dunkles, holokrystallines Eruptivgestein von granitischer Struktur zwischen den Schiefern auf.

Ausser diesen sah ich in Westserbien nur noch um Krupanj, bei Zavlaka und südlich Loznica im Zajačaer Antimonit-Bergwerk jüngere Eruptivgesteine. Hochinteressant und eingehender Studienswert ist das grosse Granit(?) Massiv des Boranja Gebirges (Biljeg 705 m., Crni vrh 890 m., Kosutnja 944 m., Jagodnja) zwischen Zvornik und Krupanj. Dieses erhebt sich als ein gewaltiger Lakkolit aus dem von NW gegen SE gerichteten allgemeinen Zug der palaeozoischen Schiefer. Es streckte den zwischen die Schiefer gelagerten Kalksteine samt seinem Kontaktgefolge, einem Streifen von edlen Serpentin in nordsüdlicher Richtung und brachte die Schiefer in die Stellung eines umhüllenden Mantels.

Der Granit durchbricht die Tonschiefer und palaeozoischen Kalksteine mit zahlreichen Apophysen, porphyrischen und dazitischen Dykes und isolierten Stöcken. Es kommen darunter auch Gesteine von andesitischem Aussehen vor. Die Behandlung der Frage in welchem Verhältnis diese Dacit- und Andesit-artigen Intrusionen zum Granitlakkolit des Boranja-Gebirges stehen, bedarf noch eines genauen Studiums.

Dieses Gebiet wurde vom Assistenten an der Universität Dr. G. STRÖMPEL als zur Kriegsvermessung des A. O. K. eingeteilten Offizierstellvertreter-Geologen detailliert begangen und kartiert. Privatdozent Dr. L. von Lóczy jun. berührte dieses Gebirge ebenfalls in mehreren Exkursionen. Von dem Bericht über seine Beobachtungen, sowie von den petrographischen Bestimmungen des Assistenten an der Universität Dr. L. Jugovics sind nähere Angaben über diesen Gegenstand zu erwarten.

Von den palaeozoischen Schiefern muss ich noch erwähnen, daß deren höhere Horizonte sogar in den tieferen Tälern gelblichbraun, rostig gefärbt, d. h. stark verwittert sind. Insbesondere gilt dies für die oberen, zerklüfteten, würfelig zerfallenden Sandsteine und die sericitischen Quarzbreccien-Lager. Das löcherige, stellenweise zellenartige Innere derselben weist auf einen hohen Grad von Auslaugung und Auswitterung. Dies spricht für eine lange andauernde Lage auf trockenen Land, womit auch ihre durch Abrasion entstandenen Peneplainartigen Rumpflächen und ihre darauffolgend seit lange Zeit anhaltende Denudation übereinstimmt.



Die phyllitischen Schiefer, serizitischen Quarzbreccien und Graphitschiefer Westserbiens mit den dazwischen auftretenden Granitmassen, Pegmatiten, Apliten und Serpentinien finden in den alten Formationen des Tauern Gebirges in den Östlichen Alpen ihresgleichen. Als Beweis hierfür genügt es die gelegentlich in Wien, 1903. abgehaltenen internationalen Geologenkongreß veröffentlichten Führer zu den Exkursionen VIII. und IX. von F. BECKE und E. MÖWL zur Hand zu nehmen, und die serbischen krystallinen Schiefer wie ihre Granit Massen mit diesen zu vergleichen.

#### Von den Kalksteinen der palaeozoischen Schiefer.

Es war bisher schon wiederholt von den zwischen die Tonschiefer gelagerten Kalksteinbänken die Rede. Ihre Hauptfundstellen liegen zwischen Valjevo, Stave, Pečka, Krupanj Zavrlaka, Kamenica und in der Gegend von Zvornik, doch treten Kalksteinzüge auch im Gebiet des Jardar-Tales und zwischen den Tonschiefern des Hügellandes nördlich vom Ub-Tal auf.

An all'diesen Stellen wechseln dunkelgraue, bläulichschwarze, selten heller graue dolomitische Kalksteinbänke in konkordanter Faltung mit den Tonschiefern ab. Bezüglich ihres Horizontes hatten wir beobachtet, daß unter den Kalksteinbänken dunkelgraue, bleigrau, oder violette, flach blätterige Schiefer, Dachschiefer und graphitische Schiefer, unmittelbar über ihnen ein Komplex von gelben und grünen, sandigen Mergelschiefern, Sandsteinplatten, bisweilen mit weißen Glimmerschuppen, und dunkeln, fossilienführenden (*Schyzocorallium jenense?*) Plattenkalken folgt, aus welch' letzteren bei Valjevo und Ložnica reichliche Fossilien der unteren Campiler *Myophoria costata* und Tirolites Stufen der mittleren Werfener Schichten zum Vorschein kamen.

In den dunklen Kalksteinbänken bei Valjevo fanden wir unmittelbar unter den fossilienführenden Werfener Mergelschiefern Bellerophon-Reste. Zwischen Kamenica—Oščenica und Zavrlaka, in den das Jardar-Tal begleitenden dunklen Kalksteinzügen am Anfange der Talverzweigung Belovačka, an der Strasse Zavrlak—Belačrkva, bei Stave am Abhang des Seljak Berges (445 m.) im Vragočanica-Tal, auf dem Japodnaja Plateau an der zum Kupferbergwerk von Lepenica führenden Strasse fanden wir an vielen Stellen Bellerophon-Spuren, Kalksteine mit Fusulinen, Ooliten und Algen, ferner dicke Entrochi. Alle diese Funde bewiesen auch dort das palaeozoische, Oberekarbon-Perm (Permokarbon)-Alter der in die Schiefer eingebetteten dunkeln Kalksteine, wo kleine fossilienführende Werfener Schichten darüber lagern. Das palaeozoische Alter der Schiefer ist hiedurch sicher festgestellt.

Ich will schon hier darauf hinweisen, daß die palaeozoischen Schiefer mit den Werfener Schichten unzertrennlich zusammenhängen. Nicht nur bei Valjevo und Loznica hatten wir uns hievon überzeugt, sondern auch an der Mittleren Drina, zwischen Banja-Basta, Derventa und Klokotica, ferner im Umkreis von Uzice, am besten aber neben der Oberen Drina und der Lim, am palaeozoischen Schiefergebiet von Plevlje, Foča, Gorazda, wo wir auf der Karte F. KATZERS zwischen den palaeozoischen Schiefen und der Triaskalktafel-Decke die Werfener Schichten überall ausgeschieden finden. Im Gebiet der Mittleren Drina kenne ich zwischen den palaeozoischen Schiefen keine dunklen Kalksteine: der durch Zwischenlagern vermittelte Übergang der Werfener Schichten in die dunkelblaugrauen Kalksteinbänke vom Guttensteiner-Typus, sowie ihr Zusammenhang mit den hellfarbigen, in Bänken



endigenden, mächtigen Kalksteintafeln mit Algen, Diploporen und Megalodus der höheren Trias ist jedoch auf der Tara Planina und bei Užice deutlich sichtbar.

Die schönsten Fossilienfunde lieferte der dunkle Kalkstein zwischen Bola Crkva und Pečka auf der Anhöhe Bastavsko Brdo, wo O. AMPFERER und W. HAMMER<sup>20)</sup> eine ziemlich reiche Fauna von *Productus*, *Lyttonia* Crinoiden, Echiniden und Korallen-Resten sammelten.

Im Gučevo-Gebirge, im Jada-Tal und längs der Kolubara in der Gegend von Valjevo sind die dunklen Farben und Pormokarbon Kalksteine in kleineren und größeren Klippen und Zügen häufig anzutreffen. L. v. Lóczy jun.<sup>21)</sup> bestimmte daraus folgende Formen:

<i>Favosites</i> sp. . . . .	Stira-Tal und Jadar-Tal
<i>Cyatophyllum</i> sp. . . . .	" "
<i>Platycrinus</i> sp. . . . .	" "
<i>Cyathocrinus</i> sp. . . . .	" "
<i>Bollorophon</i> sp. . . . .	" "
<i>Mizzia velebitana</i> SCHUBERT . . . . .	" "
<i>Endothyra</i> sp. . . . .	Jadar-Tal und Stira-Tal
<i>Neoschwagerina</i> sp. . . . .	" "
<i>Chonetes</i> n. sp. . . . .	Rabas und Üb-Tal
<i>Belerophon</i> sp. . . . .	" "
<i>Natacopsis</i> cf. <i>cadorica</i> STACHE . . . . .	" "
<i>Strophalosia</i> sp. . . . .	Gegend von Pečka
<i>Productus horrescens</i> VERN. . . . .	" " "
" <i>inflatus</i> M. CHERSEY . . . . .	" " "

Ich muß hier noch erwähnen, daß von dieser Gegend schon AMI BOUE (im Jahre 1834) *Productus*- oder *Spirifer*-Reste anführt, das palaeozoische Alter dieser Kalksteine also schon seit früheren Zeiten bekannt war.

In den palaeozoischen Schiefen längs der Drina und in Mittel-Westserbien treten außer dunklen Karbon-Perm Kalksteinen auch noch weisse, dichte, mehr oder minder krystalline Kalksteineinlagerungen auf.

Bei Zvornik hat die Drina ihren letzten Engpass in diese eingeschnitten. Aufwärts am rechten Ufer der Drina treten die weissen Kalksteinbänke in der Gesellschaft von Quarzit und Quarzitbreccie ja sogar von Serpentin-Streifen bis zur Ortschaft Rijeka gegenüber der Einmündung des bosnischen Jadar-Tales auf. Weiter oben zwischen Groß- und Klein-Zvornik konnte ich an beiden Seiten des Drinatales ihre mit den dazwischen liegenden Tonschiefern abwechselnden Schichten und deren Faltung in drei Wölbungen beobachten. Am Hofe des Hotels Stadt Wien bestimmte ich das Fallen 48° gegen 23<sup>h</sup>.

Der Kalkstein des Vlk. Zvornik ist auf F. KATZERS geologischer Übersichtskarte als Perm verzeichnet, wie im allgemeinen alle von ihm zwischen den Schiefen beobachteten Kalksteineinlagerungen. Fossilien haben wir im weissen Kalkstein der Gegend von Zvornik keine gefunden: die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, daß der große Granitlakkolit des Boranja-Kosutnja Stepa die dunklen Karbon-

<sup>20)</sup> cit. 18. pag. 695.

<sup>21)</sup> Siehe seinen Bericht und dessen erweiterte deutsche Übersetzung in Földtani Közlemény, Band XLVIII., pag. 6—7 und 121—123.



(Permokarbon-) Kalksteine in weisse und zum Teil in krystallinische verwandelt hatte. Dieser Auffassung widerspricht einigermaßen die Tatsache, daß in den Antimonitbergwerken der Gegend von Krupanje (Stolice, Dobri Bach, Zajača) — die allerdings schon etwas weiter von Lakkolit entfernt sind — erzführende, dunkle, nicht metamorphe Karbonkalke mit Fossilien auftreten.

Bezüglich seiner mikroskopischen Struktur ist der weisse Kalkstein von Zvornik mit dem bei Kilometerstein Nr. 109. erschlossenen Kalkstein an der nach Užice führenden Landstrasse, sowie mit den weißen Flügeln des im Gutshof N—195 der Ortschaft Vragočenica beobachteten dunklen Karbonkalksteins und mit dem Gestein der in der Ovčar Klissura des Djetjina-Tales hervortretenden, gewaltigen Kalkklippe identisch.

Ich bin geneigt diese weissen Kalksteine in ältere palaeozoische Horizonte einzureihen. Das innere der gewaltigen Kalksteinklippe der Ovčar Klissura ist in der Schlucht des Djetjina-Tales vorzüglich erschlossen. (Siehe Fig. 36, 37, 38.) Diese gewaltige weisse Kalksteinklippe sitzt jedoch auf dem Diabas, Peridotit, Serpentin, Tuffit und ich habe sie nur deshalb schon hier erwähnt, weil sie sich an der Grenze der palaeozoischen Schiefer längs einer vertikalen Trennungsebene mit den letzteren berührt. Die eingehende Besprechung der Ovčar Klissura gehört zur Beschreibung des Ophit-Gebildes.

Im weissen Kalkstein haben wir weder bei Zvornik, noch in der Ovčar Klissura Fossilien gefunden. Auch beim Kilometerstein 109 der Landstrasse Košjerici-Valjevo, in der gegenüber dem Glogovac-Gipfel auftauchenden kleinen, hellgrauen, kataklastischen Kalksteinscholle, die von Serpentin Peridotit Chersolit umgeben, und von einem Diabasgang vertikal durchbrochen wird, haben wir keine gefunden.

An einer Stelle war uns dennoch das Sammlerglück hold: Im Jahre 1917, als wir zusammen mit Lóczy jun. an der Landstrasse Zavlaka-Kamenica, am Anfang des in Jadar einmündenden Belovača-Tales, zu Füßen der Glavica Höhe in einem 10 m. langen, 6—7 m. hohen, schneeweissen, dichten Kalkstein ziemlich gute Fossilien fanden. Gelegentlich unseres Besuches im Jahre 1918 lieferte uns ein mehrstündiges aufmerksames Suchen am gleichen Orte nichts brauchbares.

Der kleine Aufschluß, welcher einem kleinen Steinbruch entspricht, liegt unter dunklem Permokarbonkalkstein; darunter ruht unter 40—45° gegen NW. fallender, schwarzviolett gefärbter Tonschiefer. Die dicken Bänke des weissen Kalkes fallen gegen SO. Das ganze sitzt in dem als tieferem geltenden Schichtenkomplex der normalen palaeozoischen Schiefer.

Ich konnte von hier nachstehende Reste agnoscieren:

*Dalmanella praecursor* Barr. (Siehe: BARRAND's, Syst. Silurien Suppl. Vol. V. T. 58., Fig. 3 und *Scupin*, Zeitschr. d. D. G. G. Bd. 58, pag. 220.)

*Aviculapecten* sp. ind. aff. *Pterinopeeten* n. s. (Siehe: SCUPIN, Zeitschr. d. D. G. G. Bd. 57., pag. 92. Taf. V. Fig.)

*Lunulocardium?* sp. aff. *excellens* BARR. (Siehe: Syst. Silurien Vol. VI. pag. 233.)

*Entrochus* sp. (Siehe: Barr. Syst. Silurien Vol. VII. T. II. und Quenst. Pal. Deutsch. pag. 652, Taf. 119. Fig. 8. und pag. 259. Taf. 60. Fig. 11.)

All diese Formen können mit den Fossilien der Fe Stufe des böhmischen unteren Devons von Konieprus und mit jenen aus den Kalksteinklippen der Karnischen Alpen verglichen werden.



Beachtenswert ist die Übereinstimmung zwischen dem weissen dichten Kalkstein des Jadartales und jenem von Konieprus in Böhmen. Solche weisse Kalksteine sind nach FR. FRECH auch in den devonischen Klippen der südlichen Alpen vertreten.<sup>22)</sup>

Im Profil zwischen Wolayen-Töre und Wolayen-See, an der wahrscheinlichen Grenze des Silurs und Devons, in einer Mächtigkeit von 100 m., mit den Fossilien des unteren Devon Horizontes F<sub>2</sub> von Konieprus im Hangenden besitzt der weisse Kalkstein des Jadartales ein Analogon von grösseren Dimensionen und besserer Entwicklung.

## 2. Triadische Ablagerungen.

Die von Baron FR. NOPCSA unter dem Namen „Tafel von Cormitor“ zusammengesetzten grossen Kalksteinhochebenen Montenegros und Nordalbaniens treten nach T. KORMOS und E. JEKELIUS aus der Gegend von Plevlje, an der Lim und der Tara nach Altserbien hinüber. In der Gegend von Novavaros und Priboj zerteilt sich die Triaskalksteintafel in die Hochebenen Crni vrch (Siehe Fig. 29) und Zlatar Planina, (Siehe Fig. 26) östlich davon in den Mučan und die damit benachbarten Klippen und nähert sich dem Ophit-Zug des Zlatibor. Im Nordosten begleiten die Kalksteinhochebenen Ljubanje, Stapari, Pomikvo und Tara-Planina (Siehe Fig. 35) sozusagen im Zusammenhang mit einander den Zlatibor und werden gegen Nordwest breiter. Die 25 Km. lange, gewundene Schlucht der Drina durchschneidet zwischen Slop-Luka die obere Triaskalktafel der Tara-Planina, deren Fortsetzung am linken Ufer der Drina in Ostbosnien, in den aus oberen Trias- und oberen Kreide-Kalksteinen aufgebauten Hochebenen der Javor-, Tesla-, Šemec-Planina gelegen ist. Die Oberfläche ist ähnlich jener der Tara Planina wellenförmig, in einer Höhe von 1000–1400 m. über d. Meeresspiegel.

Wenn man unterhalb Banjabasta die Drina verlässt und auf der von Rogačica nach Valjevo führenden schlechten Landstrasse gegen Norden reist, gewinnt man von dem aus palaeozoischen Schiefernen aufgebauten, überaus eintönigen, sanften Bergland — das unser Auge von Nordwest, dem Gebiet der Mittleren Drina in Bosnien gegen Südost bis in die niedrigeren Berge Serbiens zwischen Užice und Požega, verfolgen kann — von den 600 m. Höhen des Tovarnica Nebenrückens sowohl gegen Süd und Südwest, als auch in nördlicher und nordwestlicher Richtung einen Ausblick auf eine überraschende Landschaft. Tief unter uns, in einer Höhe von 200 m. ü. d. M. fliesst die Drina in ihrem breiter werdenden Tal mit grossen Windungen gegen Nordwest. Die sanft geformten Berge, die uns umgeben, sind von Ackerfeldern bedeckt, denn die Weizen-, Hafer- und Roggen-, ja sogar die Mais-Kulturen steigen hier bis zu 1000 m. herauf. Grüne Wiesen, waldige Auen, wohlgepflegte Pflaumengarten wechseln damit ab. Unter dem Grün dieser abwechslungsreichen Kulturen verstecken sich kaum bemerkbar die menschlichen Wohnungen.

Im Süden und Südwesten erhebt sich die Triaskalksteinwand der Ljubjen-Ponikve-, Tara-Planin. (Siehe die Figuren 33–34–35 in einer Länge von 40 Km. bis zu den zwischen 900–1400 m. kulmierenden Plateaus; vom Wasserspiegel der

<sup>22)</sup> Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch. Bd. 39. (1887) pag. 684, 693 und 695. — SCUPIN; Das Devon der Ostalpen; Zeitschr. d. Geol. Gesellschaft. Bd. 57, pag. 91 und 266. FR. FRECH, ebendort. Bd. 46 (1894) pag. 676–677. FR. FRECH; Karnische Alpen, pag. 246.



Drina und der palaeozoischen Basis dienen 3—500 m. hohe Kalksteinwände als Gesimse.

Von Nord und Nordwest wendet sich uns eine kürzere, doch der südlichen ganz ähnliche Kalksteinwand von den Höhen der Gvozdar-Planina und dem Tovar-nica-Rücken zu. Auch diese ist, wie die südliche, ungefähr 15 Km., von uns entfernt und erhebt sich um 2—300 m. aus dem Niveau der palaeozoischen Schiefer. Von der Valjevo-er Landstrasse erstreckt sie sich gegen West-Nordwest über 10 Km. in gerader Linie und wird von Höhen zwischen 1000—1250 m. gekrönt. Östlich von der Landstrasse kann sie unser Auge über die Ortschaft Zarožje bis zur Landstrasse Užice-Valjevo noch weitere  $5\frac{1}{2}$  Km. verfolgen. Wenn man von hier aus die Gvozdar-Planina zum erstenmal betrachtet, kann die Phantasie in jedem die Überzeugung wecken, daß auch hier das Gesimse eines Kalkstein-Plateaus vor uns steht, das in symmetrischer Ähnlichkeit mit den Kalksteinwänden der Tara-Planina Ponikve an der Nordgrenze des palaeozoischen Zuges ebenfalls eine weit ausge-dehnte Hochebene umsäumt. Gleichsam, als würde der Gvozdar den Nordflügel der palaeozoischen Schieferantiklinale Prisedo-Kalk darstellen.

Zu Füßen der Kalksteinwände angelangt, sieht man allsbald seinen Irrtum ein. Von den Ruinen des Einkehrwirthshauses Gujiba-preseka kaum drei Km. auf der Valjevo-er Landstrasse, kann man die Gvozdar-Planina schon von Osten herumkreisen. Sie entwickelt sich dann als ein kühner Felsenkamm, der sich genau an der Grenze der palaeozoischen Schiefer und der Tuffit-Ophit Gebilde erhebt. Siehe Fig. 48.

Der Gvozdar Kamm hat von der Landstrasse gegen WNW folgende Gipfel: Cervene Stenje (1217), Sokolina (1269), Severske Stenje (1252), Zapolje (1149), Rust, Dolovi (1049). Seine fortsetzung läßt sich gegen Osten bis zum Galicka Brdo und Tamieski Vis im Zusammenhang verfolgen; ja sogar in den isolierten Kalksteinzügen Drojeka Brdo und Sian Ivaševica (1040—878 m.), südlich der Gendarmeriekaserne von Makovište ist sie noch zu erkennen.

Die gegen Norden ziehende Landstrasse begleitet die Wasserscheide der Ljubovija und Rogačica Bäche in einer Höhe von 900—1000 m. über  $22\frac{1}{2}$  km, vom kaum 400—500 m. breiten Kalksteinkamm bis zu den Großgemeinden Brezovica und Tubravić, überall auf Tuffit und Ophit. Nur an einer Stelle am Ursprung des Tresnjica genannten Nebenastes des Ljubanja-Tales, steigt der Weg bis auf 860 m. herab, von wo er sich über den Sattel des Debelo Brdo und über Tubravic in das Wassergebiet der Kolubara, in das Jablanica-Tal steil senkt.

Statt einer Kalksteintafel fanden wir also auf der Gvozdar Planina einen Klippenkamm, der an der scharfen Grenze des gefalteten palaeozoischen Schiefers und des tuffitischen Serpentin ein morphologisches Ebenbild der im Flysch sitzenden Kalksteinklippenzüge der Nordwestkarpathen darstellt.

Auch der Ophitzug bildete ursprünglich eine Hochebene neben dem Weg bis zum Debelo Brdo. Dies beweisen die beiderseits zwischen Ljubovija und Makovište in beträchtlicher Höhe tafelförmig gelagerten obertriadischen Kalksteine. Die Ljubovija und ihre Nebenäste, sowie die aus der Richtung von Rogačica und Košjerice herauf reichenden Bäche haben diese Hochebene zergliedert und tief durchfurcht.

Am interessantesten ist jedoch die Tatsache, daß nördlich vom Klippenkamm des Gvozdar ein zweiter Kalksteinkamm mit denselben Gesteinen, wie der Gvozdar, im Tuffit sitzt; es ist der vom Debelo Brdo ausgehende Bobija—Tarnicka Kalksteinrücken, (Siehe Fig. 50) der sich gegen WSW hinter den Ortschaften Tarnik und Oravica am linken Ufer des Hauptastes der Ljubovija bis zur Jagodnja, bis zum



Füsse des südlich von Krupanj gelegenen Sregjevi-Passes verfolgen läßt, während sich ein ost-südöstliches Ende in der Gegend von Gornji Zarožje und der Gendarmeriekaserne von Makovište verliert. (Fig. 49.)

Die Bobilja Tarnicka, oder nach ihrem auf der Karte verzeichneten Namen Orovicka-Planina stellt gleichfalls einen schmalen, in mehrere isolierte Klippen aufgelösten Kalksteinzug dar.

Die Gipfel der Oravicka Planina sind vom Debelo Brdo gegen WNW die folgenden: Borovnjak (1177), Ropatnjaca, Ramne (1192), Bobilja Tarnicka (1303), Pavisina (1070), Visibelo (744). Im Ljubovija Tal, östlich vom Debelo Brdo ist nur an der Westseite des Krinoidenkalkgipfels des Groß Poveljen und im Dubočica-Tal eine Fortsetzung derselben in der Gestalt kleiner Triaskalksteinschnellen aufzufinden. Dieses Vorkommen wird an beiden Seiten in seiner ganzen Länge von Tuffit begleitet. Ich muß jedoch bemerken, daß der Tuffit an beiden Seiten dieses Kalksteinzuges mit kleineren und grösseren Phyllit- und Glimmerschiefer-Zonen und Streifen abwechselt; ihre gleichzeitig erfolgte Faltung ist offenkundig.

Ausser diesen beiden Klippenzügen ist noch ein Dritter in der Ophit-Zone vorhanden; er beginnt mit den nördlich Debelo Brdo am Jablanik-Rücken, sowie in der Gegend des Grossen Medvednik mit verstreuten Vorkommen und läßt sich über mehrere kleinere und grössere Kalksteinklippen — die zum Teil auf Tuffit, zum Teil auf den palaeozoischen Schiefern zwischen dem nördlichen Krupanj—Pečka und Stave liegen — weiter gegen NW verfolgen.

Über den 1306 m. hohen grossen Jablanik und den westlichen ungangbaren (Vojnova Stena genannten) Felswänden des Grossen Medvednik — die sich in grosser Schrofftheit aus dem Graben des der Ljubovija zueilenden Zavajsnice-Baches erheben, bezeichnen diesen dritten Klippenzug in der Ophitzone kleinere Kalksteinklippen an den beiderseitigen Lehnen der sich gegen Pečka Marjanska-Täler, bis zum Paß von Sregjev. Dieser Zug befindet sich ähnlich wie die Gvozdar Planina gleichfalls schon in der Berührungsregion der palaeozoischen Schiefer. In welchem Verhältnis der Kalkstein der vom Sregjever Paß gegen NW bis zum Jagodnja Plateau reichenden Dolinenhochebenen Rošanj (961), Sljivova und Sokolska zu den Triaskalksteinklippen des Jablanik und Medvednik steht, muß noch studiert werden.

Die geomorphologische Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß die Kalksteinklippenzone des Jablanik—Medvednik—Rošanj sammt dem Kalkstein der valjevoer Bukovicka Hochebene, an der Nordgrenze des Ophitzuges ein symmetrisches Ebenbild der den Zlatibor von Süden begleitenden Triaskalksteinklippen und Tafeln des Uvac Lim Geländes darstellt.

Nordöstlich von den Kreidekalkgipfeln des Poveljen, jenseits des Ophit-Rückens der Bukovska Planina beginnt sodann die Triaskalktafel von Valjevo, die vom Jablanica-Tal, von der Ortschaft Tubravac über die Gemeinden Letic, Leskovica auf die Bukovacka Höhen hinaufsteigt und sich längs der Strasse Valjevo—Užice, zwischen den Ortschaften Bačevici und Balić beträchtlich verbreitet. Nicht weit gegen Osten von dieser Landstrasse greifen tertiäre Schichten aus dem Becken der Kolubara auf das verkarstete Triaskalkplateau herauf, die von der ungangbaren Schlucht des Zahana Gradec Baches (die Karte 1:75,000 zeichnet sie mit nahezu 3 Km. langen unterirdischen Lauf) durchschnitten wird. Von Süden schiebt der Ophit der Bukovska Planina einen Ast gegen Norden vor. Auf diesem sitzt sodann in der Nähe der Landstrasse zwischen Mionica und Brezje auf einem dem Trias-



kalk ähnlichen Gelände, an der Grenze des paläozoischen Phyllits und des Ophits ein Kreidekalkstein mit Dolinen.

Das zweite grosse Verbreitungsgebiet der Trias befindet sich im Süden, an der Grenze der Novipazar Sandschak (Siehe Fig. 26.), wo wie anfangs dieses Abschnittes erwähnt, die nordalbanische „Durmitor“ Kalksteintafel Altserbiens Boden betritt. Die westliche Abzweigung der eben beschriebenen Triastafel umgibt den Ophitmassiv des Zlatibor von Süden und Westen und vereinigt sich, die Drina überschreitend, mit der grossen bosnischen Triastafel, mit der — wie früher angedeutet wurde — auch das Plateau der Tara Planina verschmilzt. Wie in der nördlichen Kalkhoch-ebenen, sitzen auch die den Zlatibor von Südwest begleitenden Triasstreifen auf paläozoischen Schiefen und es entwickelt sich daraus durch Vermittlung der Werfener Schiefer in konkordanter Weise die ganze triadische Schichtenfolge bis zum Dachsteinkalk. Der paläozoische Zug der Gegend von Goražda—Foča in Bosnien betritt im Südost das Gebiet von Novipazar und reicht bis zur Gegend von Kulašin nach Montenegro hinüber. T. KORMOS und E. JEKELIUS (siehe ihren Bericht pag. 37—40) wiesen nach, daß die dunklen Kalksteine dieses Schiefergebietes auch auf Grund ihrer fossilen Reste mit den im weiteren Umkreis von Valjevo und weiter gegen Norden auf der Gučevo Planina von meinem Sohne konstatierten Permo-karbon-Kalksteinen identisch sind. Das Werfener Alter der über den paläozoischen Schiefen lagernden Tonschiefer und Platenkalke konstatierten sie ebenfalls durch Fossilien. Hiedurch wird die Homologie und Symmetrie zwischen dem nördlichen und südlichen Arm der den Zlatibor umgebenden Sedimente noch einleuchtender. Nach der bei Plevlje noch zusammenhängenden paläozoischen-triadischen Serie tritt gegen Priepolje die Ophitformation auf; ihre Grenze mit dem paläozoischen Schiefen ist hier nicht so scharf, wie auf der Tara Planina und Ponikve Hochebene. Die Grenze zwischen den beiden Formationen zieht sich vom Lim gegen Westen, mit einem Streichen NW—SO. Die Werfener Schichten sowie grosse darübergeschobene Schollen der Triaskalktafel verdecken sie jedoch vielfach. Die Triastafel ist hier bei weitem nicht so zusammenhängend wie im Norden auf der Tara Planina und auf der bosnischen Semec Tesla Planina.

In der Gegend von Plevlje bilden die Gradina Planina (1435), Komina (1395), Ivovik (1394), Ozalj (1237) auf dem paläozoischen Schiefer eine grosse Tafel mit zackigen Umrissen. Ganz ähnlich sind die grossen Züge Zlatar-Planina (1478) und Javor (1548) die von Priepolje gegen Südost ziehen und sich von Novavaros über Sjerica bis Ipek erstrecken. Sie werden zwischen den von beiden Seiten sich einander nähernden paläozoischen Schiefen immer schmaler und lagern auf dem Streifen der Ophitformation, an KOSMAT'S Kartenskizze ähnlich, wie auf der Tara Planina, das heisst sie legen sich auch dort über den Tuffit. Sie lösen sich im Ophitgebiet in kleinere Flecken auf und begleiten mit kleineren und grösseren, in den Tuffit eingefalteten Klippen die Täler der Lim, Uvac und Ržaw.

Bei Priepolje stellen der Gradina (771) und in der Lim-Schlucht oberhalb der Bistrica der Ostrič (1090) und dem gegenüber am rechten Ufer der Koroni Crni Vrh (1337), Sokolac (1279), Banja stijeno (1277), dann in der Gegend von Friboj und Ostivar am linken Ufer die Bio Planina, sowie weiter gegen Westen der Timos (1230) in den Ophit eingefalteten Kalksteinklippen dar. Es sind vollkommene Ebenbilder der zwischen Tuffit eingefalteten Kalksteinklippen der Gvozdar Planina und Bobija Tarnicko.



F. KATZER<sup>23)</sup> bezeichnet in seiner Übersichtskarte Bosniens die Klippen der Gegend von Priboj und Ustibar als oberen Jura, KOSSMAT vertrat auf Grund eines megalodusartigen Muschelrestes die Ansicht, daß sie triadisch wären (Loco cit. pag. 171). Er betrachtet sie jedoch im Gegensatz zu unseren Erfahrungen als von unten von der Tuffitdecke emporgehoben, (Antiklinale) und nicht wie wir; von oben eingeknetete (Synklinale) Klippen. Beachtenswert ist unsere Beobachtung, das nur auf dem Ophit und an dessen Grenze isolierte, mit auf den Kopf gestellten Schichten hingefaltete Kalksteinklippen vorkommen. Die auf den paläozoischen Schiefer zerstreute Kalkstreifen sind horizontal gelagerte, zerbrochene Tafeln, im Umkreis von Plevlje liefern die tafelig zerbrochenen Triashöhen des Mućanj (1517), Gešalj (1480), Kukutnica (1464) und Gradina (1159), in der Gegend von Ivanjica die Quellen des Ržav den Beweis hierfür.

Doch nicht nur eingefaltete Kalksteinklippen mit steilaufgerichteten Schichten kommen im flyschartigen Tuffit vor, sondern auch hoch darauf sitzende, oder eingesunkene, und an der Sohle der Täler gelegene, horizontal geschichtete Kalksteintafeln. Ich fand sie auf den Diabas-Peridotit-Serpentin Massen, also mehr in der Nähe des eruptiven Massivs des Zlatibor Zuges.

Ausser den schon erwähnten Triaskalksteintafeln (Siehe Fig. 26) der Zlatar-Planina, Crni Vrh in der Gegend von Novavaros und jener im Umkreis von Ljubis verdienen besonders die im Uvac-Tal (Fig. 26) und südlich des Djetinja Flusses zerstreuten kleineren und grösseren Kalksteintafeln Beachtung. Sie lagern in verschiedenen Niveaus, bald auf den Serpentin Höhen, bald in dessen Tälern.

Die sich an der bosnisch-serbischen Grenze von Norden gegen Süden aneinander reihenden Kalksteinmassen des Groß Stolac (1673), Janja (1473), Gostilje (1215) sitzen ebenfalls auf Serpentin.

Weiter gegen Norden, in den Gebirgen Gučevo, Iverak und Cer konstatierten die Studien meines Sohnes L. von Lóczy jun.<sup>24)</sup> die Trias in erheblich verminderter Mächtigkeit.

Der mächtige hellgraue obertriadische Algenkalk fehlt samt dem Dachsteinkalk in diesen Bergen, und nur Werfener Schichten und rote Kalke mit Feuerstein vertreten dort die Mittlere Trias. Im Zusammenhang hiermit fehlen die Kalksteinhoch-ebenen in den genannten Gebirgen vollkommen.

### Über die Parallelisierung der Triasbildungen.

Die Untersuchung der Gesteine und Schichtenfolge des serbischen Trias-system hätte auf der Basis der Triasstudien der umgebenden bosnischen novipazarer, montenegrischen und nordalbanischen Trias zu stehen. Die Entwicklung des Trias-

<sup>23)</sup> Ich befragte FR. KATZER brieflich, auf Grund welcher Fossilien er das jurassische Alter der Kalksteinklippen in der Gegend von Lim (Bio-Timos-Planina) bestimmte. In seiner freundlichen Antwort vom 2. August, 1918, äusserte er sich hierüber wie folgt: „Jura ist überall, auch bei uns in Südost-Bosnien *noch wenig zuverlässig konstatiert* und von einer weiteren Gliederung kann vorläufig keine Rede sein. Im Gebiete von Makronoje beruht meine Juraausscheidung lediglich auf dem Vorkommen von losen Blöcken mit Ellipsactinien und Hydrokorallen, bei Rogatica auf der Lagerung über den tuffitischen Sandsteinen. Die Lösung des ganzen Räthsels liegt *in diesen letzteren*, weshalb ich mich damit jetzt intensiv befasse, da ich beabsichtige die Frage in meinem Drinabeitrag eingehend zu behandeln.“

<sup>24)</sup> Siehe den Bericht L. von Lóczy jun. auf pag. 678.



systems lässt sich mit der präzisen Kenntniss der alpinen Trias in dem dinarischen Balkanzuge der Alpen beleuchten. Leider sind die serbischen Triasablagerungen ausser den Werfener Schichten arm an fossilen Resten, daher es auch eine überaus unsichere Aufgabe ist, den sehr mächtigen Complex der Triaskalke zu parallelisieren.

THEODOR KORMOS, ERICH JEKELIUS und ELEMÉR VADÁSZ wiesen in ihren Berichten die Werfener Schichten in Novipazar (Ostmontenegro) mit Petrefacten nach. Bei Kolašio erkannten die Genannten auch die Recoaro-Schichten der Anisischen-Stufe (siehe pag. 40—48 ihres Berichtes).

O. AMPFERER und W. HAMMER beschrieben von vielen Orten Westserbiens die Gesteine der Trias und deren Aufeinanderfolge.<sup>17)</sup>

Die Arbeiten von FR. KOSSMAT, FR. KATZER und E. KITTL betonen aus diesen in grossem Umkreis von uns untersuchten Triasschichten Altserbiens ihre grosse Gleichförmigkeit. Namentlich kann ich darauf verweisen, was KATZER in Bezug auf Bosnien sagte, dass nämlich das Paläozoikum dort so allmählig aus dem Grödener Sandstein in die Werfener Schichten übergeht, dass sich ebenso, wie auch in den Südalpen Bosniens, keine scharfe Grenze zwischen dem Paläozoikum und der Trias ziehen lässt; auch tektonisch sind beide einheitlich.

Zuerst fand ich an der Drina, oberhalb Derventa in Serbien am 11. Juli 1917 die Werfener Schichten auf (Fig. 58.) wo ich, am Fluss abwärtsfahrend, in der Öffnung der Luka-Enge, oberhalb dem Dorf Klokotina, unter dem weissen Kalk dunkelgrauen Kalk, schwarzen graphitischen Tonschiefern, brecciösen roten Sandstein, eisenschüssigen Grödener Sandstein mit gelben schieferigen, kalkigem Sandstein mit Tonzwischenlagen und Hieroglyphen ausbeissen sah. Der gelbe, kalkige Sandstein enthält grosse Exemplare von *Myophoria costata* ZENK., ausserdem findet sich noch eine *Gervilleia* reichlich. Oberhalb dieser typischen Werfener Schichten erscheinen dunkelgraue, gelbbraun verwitternde Kalkbänke mit *Crinoiden*, unter denen ich das fünfseitig-sternförmige Stielglied der Raibler Form *Isocrinus cf. tyrolensis* BATH. zu erkennen glaubte. (Siehe auch Profil 22.)

Im Wasserniveau des Drinaufers bis Banjabasta sah ich im Jahre 1917 und 1918 auf blauen, bleigrauen graphitischem Tonschiefer graue Sandsteinbänke auflagernd, die unter 40° nach 15° einfallen. Diese gleichen jenem zu würfeligen Stückchen zerfallendem graulichen Sandsteine, der mit südöstlichen Einfallen bis zur Abzweigung der Strasse, die von Užice über Stapani nach Sarajevo und Banjabasta führt (Profil 35.) auf sericitischen, quarzbreccienartigen Bänken, ausgelaugten Arkosensandstein und graphitischen Schiefern aufruht. Diesen klüftigen glimmerigen Sandstein fand ich auch an andern Orten über den graphitischen und quarzbreccienartigen Schichten der paläozoischen Tonschiefer. (Profil 19.)

So auf dem Rücken zwischen der Košjevicer, Sječarekaer und Makovišteer Gendarmariekaserne, hier mit nördlichen Einfällen. Auch bei Užice, am Anfang des auf das Ljubjen-Plateau führenden Serpentinweges zeigen sich die Gerölle des Sandsteines.

Bei Ivanjica an dem Weg auf dem 1091 m. hohen Biljega-Gipfel, der am linken Rücken des in die Moravica mündenden Grabovica-Baches hinaufführt, bis zu der 1170 m. hohen Vodica sitzt roter Sandstein auf den quarzbreccienartigen Bänken. In seiner Nähe ist auch hier der klüftige Sandstein die gewöhnliche

<sup>17)</sup> Jb. 680 (2), 681 (6), 689 (11) etc.



Erscheinung im Hangenteil der paläozoischen Schiefer. Am Fusse der Kadina stena und des Mučan ist der rote oberpermische oder vielleicht schon tieftriadische Werfener Sandstein vom Typus des Grödener Sandsteines weit verbreitet.

Ich betrachte diese Sandsteine als Vertreter der Grödener Sandsteine und der roten permischen Schichten; diese gehen in nicht grosser Mächtigkeit den gleichfalls dünnen gelben und grünlichen, Glimmerblättchen führenden, kalkigen Werfener Ton-schiefern und grauen glimmerigen Sandsteinplatten im Liegendem voraus. Diese Übergangs-Schichtenreihe aus den paläozoischen Schiefern in die Werfener Schichten ist aber in der Gegend von Valjevo nicht vorhanden: denn hier sitzen die gelben und grünlichen Werfener Schiefer der Campillischen Stufe unmittelbar dem Bellerophon-Kalk des Permocarbons auf und enthalten viele charakteristische Fossilien. (Profil 8.)

Bei Loznica im Stira-Tal und auch am Crni vrch fand LUDWIG v. LÓCZY JUN. unmittelbar oberhalb des schwarzen kompakten Permocarbons die Werfener Schichten mit Gastropoden-Oolith, roten Schiefer, darauf die Fossilien führenden gelben kalkigen mergeligen Bänke und die Plattenkalke. (Profil 44.) Bei Valjevo, in der Gegend der nach Košjerici hinführenden Strasse und am Gajina-Berg fanden wir: E. JEKELIUS, L. Lóczy jun. und ich die folgenden unterirdischen Werfener Fossilien der Campillen Stufe: (Profil 8.)

*Tirolites cf. illiricus* MOJS.

„ „ *Stachei* KITTL.

„ „ *seminudus* MOJS.

*Dinarites sp. aff. nudus* MOJS.

*Meecoeras sp. aff. oapriense* MOJS.

*Turbonilla sp. cf. gracilior* FRECH.

*Natiria costata* MÜNST.

„ *cf. subtilistriata* FRECH.

*Turbo rectecostatus* HAUER.

*Turbo sp.*

*Gervilleia cf. exporrecta* LEPS.

*Gervilleia cf. costata* ORODN.

„ *polyodonta mut. palaeotriadica* FRECH.

*Myoconcha cf. epigonus* FRECH.

*Anoplophora cf. fassaensis* WISSM. oder *Tellina sp.*

„ *cf. isocardioida* FRECH.

*Pseudomonotis Telleri* BITTN.

„ *fr. squamosa* FRECH.

*Myophoria costata* ZENK., grosse Form, vielleicht n. sp.

„ *cf. laevigata* GOLDF.

„ „ *praeorbicularis* GOLDF.

*Pecten Alberti* GOLDF.

Ebenhier fand ich im gelben Kalk: *Natiria costata* MÜNST. *Pecten Alberti* GOLDF.

Bei Valjevo lagert über den mit 45° nach 7<sup>n</sup> einfallenden Fossilien führenden mergeligen Werfener Schiefern dunkelgrauer plattiger Kalk; auch dieser führt auf seinen Schichtflächen reichlich Petrefacten:

*Myophoria costata* ZENK. in kleinen Exemplaren und *Gervilleia. sp.*

Dieser grauer Plattenkalk mit seinen an Krichspuren gemahnenden Knoten



(*Schizocorallium*) ist dem oberen Werfener Plattenkalk der oberen Plattenseeegend überaus ähnlich. Im ganzen stimmen die Valjevoer und anderen serbischen Werfener Schichten mit den Gesteinstypen der Plattenseeegend überein.

Bei Užice, am Serpentinweg von Ljubanje (Profil 11.) lassen sich um die Quelle herum die Werfener Schichten oberhalb Banjabasta und Beserovina unter der 150—500 m. mächtigen Kalkdecke des Ponikve (Profil 15.) der Tara-planina erkennen, ebenso auch östlich von Užice am Beginn der Ljubis—Novavaroser Landstrasse, ferner unter den Kalkplatten von Javor Kasina stena und Mućanj. (Profil 25.)

Überall lagern dunkelbläulichgraue, sozusagen schwarze 30—40 cm. starke Kalkbänke darüber: ihre 40—60 m. starke Mächtigkeit ist in der Djetinja Schlucht oberhalb Užice an der Flanke des Stražaberges und am Serpentinweg von Ljubanje klar aufgeschlossen. An beiden Orten wird er zu Baustein, Brücken etc. ja auch zu Werkstein und für künstlerische Zwecke gebrochen. Die gelben Werfener Tonschiefer wechseln anfangs mit den schwarzen Kalken, deren untere Bänke mit dem oberen Werfener Plattenkalk mit *Schizocorallium* identisch sind. Weisse und gelbe Calcitadern lassen diesen Kalk mit dem *Guttensteiner*-Kalk als in jeder Hinsicht übereinstimmend erscheinen. Petrefakte fanden wir in ihm noch nicht.

Dieser Kalk kann als der Vertreter der anisischen Stufe der mittleren Trias betrachtet werden. Er fehlt sozusagen nirgends unter dem weissen Algen führenden Kalk. Oder aber, wie um Valjevo, liegen die Werfener Tonschiefer und Sandsteinplatten nicht auf dem Guttensteiner Kalk, sondern auf dunkelgrauer Dolomit, der sich über das Jablanica-Tal bis zum Staveer Weg hinzieht. Der unter dem Namen Rauhwacke allgemein bekannte löcherige gelbliche Quellkalk sitzt, wie gewöhnlich in unregelmässigen Nestern und Verzweigungen reichlich in diesem Dolomit. Ein derartiger Dolomit liegt auch bei Ložnica den Werfener Schichten auf. Die Abänderungen des Guttensteiner Kalkes mit Kriechspuren erkannte ich auch unter der Triaskalkplatte der Gegend von Novavaros, an dem Ljubiser Weg, wo breccienartige Gesteine die Verschiebung der Kalkplatte auf dem Phyllit bezeichnen. Ich fand diese Abänderungen auch unter den weissen Kalkplatten der Mućanj Kadina stena der Javor Gruppe und zwar über den Werfener Schichten und dem roten permischen Sandstein. (Profil 25.) Über den Guttensteiner Kalken folgt sodann an der Tara planina-Wand oberhalb Beserovina der mächtige Komplex von einem weissen dichten Algenkalk, dessen Mächtigkeit ich auf 300 m. schätzte. Auch an anderen Stellen wird die Mächtigkeit von diesem Wert nicht abweichen. (Profil 17.) Zu oberst liegt ein grauer und rötlicher dichter Kalk auf den Triasplateau. Aus diesem sammelte ich bei Kula, am östlichen und westlichen Abfall des Stapari-Plateaus und am Gavran-Gipfel *Megalodus*-Reste. Es handelt sich um Dachsteinkalke, die Kalkplatten erweisen sich also als unter-rhätisch. Auch KORMOS und JERELIUS fanden in der Gegend von Plevlje Megalodonten (siehe ihren Bericht). Nur an einer Stelle an der gegen Užice gerichteten Anhöhe des Ljubanje-Plateaus, stieß ich auf dünnbankigen Kalk, der eine Einlagerung von tuftitischen grünlichen Schieferton und Diabas-Porphyr zeigt. Dieses rätselhaft alleinstehende Vorkommen, von dem ich ähnliche auf der geologischen Karte KATZER's im Maßstabe 1:200.000 auf dem Trias-Kalkplateau von Šemec und Tesla in Bosnien ausgeschieden sehe, erwähnte ich schon früher.

Ebenso fand ich an der Spitze des Ljubjen-Plateaus, bei der Zabuće-Häusergruppe, in einem kleinen Steinbruch einen dichten lichtroten, gelb gefleckten Kalk. Die Bänke dieses mit 30° nach Osten einfallenden Kalkes unterscheiden sich von



dem unter dem Dachsteinkalk liegenden mächtigen Kalk mit Algen und erinnern an den Hallstätter Kalk.

In den ganzen mächtigen weissen Kalk finden sich ausser Kalkalgen, den schlechten Dactyliporen, kaum andere organische Reste als das mangelhaft erhaltene Exemplar einer *Halobia* cf. *stiriaca* Mojs. von der Grenze zwischen Bosnien und Serbien und eine *Waldheimia* cf. *eudora* FRECH von der linken Seite der Djetinja zwischen Bioska und Kremna.

Gastropoden und Brachiopoden-Spuren von Gostilje, gleichfalls unbestimmbare Korallenspuren, Echinodermenstachel (*Cidaris*) aus dem Leskovacer Hydrozoenkalk und aus dem Gastropodenkalk von Rozanstvo, sowie aus den Kalkfelsen von Višegrad gegen Sarajevo an der sich ihrer erhebenden Strasse fielen uns auf. Der Korallenstock mit *Thecosmilia* cf. *badiotica* VOLZ. oder (*Hexastraea* sp.) vom Bukovačka—Karstplateau auf der Höhe der Valjevo—Užiceer Landstrasse sind die einzigen ärmlichen Funde. Die Stücke mit den Kalkalgen sendete ich dem Herrn Professor Dr. L. v. PIA in Wien, der dieselben mit grosser Zuvorkommenheit einer Untersuchung unterzog und in seinem vom 14. April 1918. datierten Brief so freundlich war mir mitzuteilen, daß die in der Gegend von Novipazar—Plevlje, von Dr. T. KORMOS gesammelten, verhältnißmässig noch im besten Zustand befindlichen Reste den aus dem Diploporen—Muschelkalk von Budua beschriebenen Formen *Oligoporella pilosa* PIA und *Macropella dinarica* PIA angehören. Bukovski stellt diese Schichten in das Buchensteiner Niveau.

In dem aus den Diploporenkalk bei dem Dorf Bristanje an der Drina gesammelten, sowie vom Nordabhang der Kadina-glava bei Kremna mitgebrachten Diploporenkalk findet sich eine solche kleine, aber noch unbestimmte Diplopore, die PIA aus dem Reichenhaller Müllnerberg aus dem oberkarnischen Ramsau-Dolomit kennt. Die Kalkscholle von Bristanje ist eine von der Šemec-Tesla planina abgestürzte grosse Felsenmasse. In der Kalkschlucht zwischen Derventa und Rastilje fand sich von der Platte der Tara planina stammend der schlechte Rest von *Griphoporella curvata* PIA; diese ist das Leitpetrefact der Norischen Stufe.

Diese Fossilreste deuten darauf hin, daß die St. Gassian—Raibler Niveaus der mittleren und oberen Trias vorhanden sind und der weisse serbische Algen führende Plattenkalk fast in seiner ganzen Mächtigkeit die karnische Stufe vertritt.

Bei Višegrad (Fig. 3.) nähern sich die aus Bosnien herübergreifenden Triasschichten vom Šemec-plateau her dem tief eingeschnittenen Drina und Lim-Tal. Auch hier liegt der mächtige Algen führende Triaskalk nicht den normalen Werfener Schiefer, sondern der Ophitbildung auf, die aus Peridotit-Serpentin und darauf aus dunkeln Tuffit-Kalkplateau's von Flyschtypus und aus Tuffitsandstein besteht.

Das Liegende des Kalkes ist ein harter Quarzit, der in harten, steil stehenden Bänken sich auf den Gipfel der Citadelle Stari grad hinaufzieht. (Profil 41—42.) Im Liegenden der Schichtenfolge schließt sich diesem weisser Dolomit an, dann folgen Entrochus führende lichtgraue und dunkelgraue Kalke. Hierauf erscheint dünnbankiger feuersteinknotiger, lichtgrauer Kalk, während ein mächtiger, weisser, massiger Algenkalk die oberste Schichte bildet. Der dünnbankige gefaltete Feuersteinkalk in den Talschluchten bei der Vereinigung des Lim und der Drina tritt unter den massigen weissen Kalkwänden gut hervor. Diese dünnen gefalteten Kalkbänke stimmen mit jenen überein, die bei Sarajevo in der Miljacka-Enge unter der Faltung im Durchschnitt sichtbar sind; E. KITTL und FR. KATZER identifizieren diese mit den Wengener Schichten der mittleren Trias.



Diese Schichtenfolge konnte ich an der Drina bis Medadje, im Limal bis Sokolovic und Ustibar verfolgen. Die permisch bis untertriadischen Schichten sind hier in Quarzit-Ausbildung vorhanden; den mittleren Trias vertritt hier Dolomit und Crinoidenkalk. Die lichtgefärbten, dünnbankigen Kalke und die weissen massigen Algenkalke mögen der karnischen und norischen Stufe der oberen Trias entsprechen. Der ganze Triaskomplex schob sich von Süden auf den Ophit und schob ihn in steil gestellten überneigenden Schichten bei Visegrad vor sich her. Den Quarzit sah ich auch am Sarajevoer Weg jenseits des Han Liesko, beim Dorfe Pelez, zwischen dem Serpentin und dem Tuffitsandstein und Algenkalk im Grunde des Plateauwandes (Konito 1057) bei Bistrica ausbeissen, auch in der Limschlucht bis 60—80 m. Höhe; oberhalb des Lim erscheint der gleiche graue, dünnbankige Kalk mit gelben Hornsteinknollen, wie bei der Vereinigung der Drina und das Lim. Er enthält viele Radiolarien; über ihm erhebt sich bis zum Berggipfel weisser, massiger Algenkalk.

Nicht nur im Süden überzeugte ich mich von der verschiedenen Ausbildung der an der Basis der Ophitzone aufgelagerten und in sie hineingefalteten Kalke, die von der Ausbildung der mit den paläozoischen Schiefern verschmolzenen normalen Werfener Schichten und der Gutensteiner Kalke abweicht, sondern auch im Norden konnte ich im dreifachen Kalkfelsenzug von Gvozdar—Debella gora Medvednik dasselbe constatieren. (Profil 48.)

In allen drei Zügen sitzen die lichtgrauen und rötlichen Quarzitbänke mit weisglimmerigen, roten sandigen Schiefertone in synklinaler Lage dem Tuffit auf. Den Kern der schmalen Synklinalen bilden steil gestellte weisse Kalkbänke.

Bei Donjei-Žarožjen, nächst der Makovište Gendarmeriekaserne, sieht man in tiefen Taleinschnitten die Fortsetzung des Serpentin unter der Synklinalen deutlich. Am südlichen Sattel der Bobija tarnička fand ich das Gleiche. Die Synklinalen drängen also nicht sehr tief in die Ophitbasis ein.

Von Krichspuren frei, schwarze plattige Kalke zeigen sich am Bobija tarnička (Profil 50.) an dem Ophit der Gvozdar-planina (Profil 48.) und am Dranovac-stena bei der Makovište-Kaserne. (Profil 49.) Diese verweisen uns auf Rudimente des Werfener- und Gutensteiner-Kalkes. Um den Debelo-brdo ist der weisse Quarzit und die Verrucano-artige Quarzbreccie von grösserer Verbreitung und dazu gesellt sich der Phyllit.

Eine überraschende Erscheinung ist es, dass auf der Anhöhe der Gvozdar-Felsen, auf der Spitze des Dranovac stena nächst der Makovište-Kaserne, ja auf dem Bobija tarnička zwischen den herausstehenden scharfen Köpfen der Kalkschichten eine schmale, mit Rasen überwachsene Aufwölbung sichtbar ist. Auf dem über den Dranovac stena hinüberführenden Weg ist in dieser Aufwölbung serpentinischer Tuffit mit Diabas vorhanden. Dieses eingelagerte Gestein ist ein solches, wie der auf dem Ljubanje-Plateau gelegene dünne Diabasporphrytische Tuffit. Anders, als mit chaotischer Fäلتelung lies sich diese Erscheinung kaum erklären. Vielmehr müssen wir eine Erneuerung der eruptiven Ablagerung zur Zeit der oberen Trias und später annehmen. Jedenfalls können wir die Mächtigkeit der Triasschichten in diesen Vorkommnissen als viel geringer bezeichnen, als in den paläozoischen Schiefern auflagernden Triasregionen.

Wie oben bemerkt, liegt der ganze Triascomplex den paläozoischen Schiefern konkordant auf. Ich fand aber, dass in den paläozoischen Schiefern die secundären Fäلتelungen und die localen chaotischen Faltungen häufig sind, ja sie zeigen sich



im Innern der härteren Arkosenbänke auch als Mikrofaltung. Demgegenüber liegen die Triasschichten sozusagen parallel aufeinander.

Von einer horizontalen Schichtlagerung kann übrigens auch im Inneren der grossen Kalkplateaus und Tafeln schlechterdings keine Rede sein. Diese Tafeln, auch wo der Kalk zusammenhängt, wie auf der Tara-planina, Ponikve und am Stapari Plateau, bestehen aus zerstückelten Kalkschollen. Dies erklärt die Unebenheit der Oberfläche der Plateaus, die zwischen 1000—1400 m. schwankt.

Ein Profil, das von der Enge zwischen Stop-Luka der Drina längs einer Linie auf dem Tara-planina—Ponikve—Stapari-Plateau gezogen wird, gibt das nachfolgende Bild. (Siehe Fig. 34—35.)

Die Lukaschlucht ist in dem weissen obertriadischen Kalk an dem Grund der Talschlucht zwischen den Gipfeln der bosnischen Ljutica (1248 m.) (Fig. 51.) und der serbischen Zvijezda (1335 m.) als mit 300 m. abs. Höhe bezeichnet, befinden sich an den Ufern der Drina 948—1035 m. vertikal messbare Kalkwände. Da ich die Mächtigkeit des obertriadischen Kalkes auf mehr als 350 m. nicht schätzen möchte, so kann ich die Lukaschlucht mit einer von Nordost nach Südwest gerichteten synklimalen Einwölbung erklären. Nicht weit davon sieht man in Osten, in dem 2½ Km. langen Graben des Derventaer Felsenschluchtes, die Nordost-südwestliche Synklinale des Kalkes. Da sich in der Öffnung der Derventaer Schlucht die Bänke des schwarzen Guttensteiner Kalkes zeigen, kann der liegende paläozoische Schiefer nicht in grosser Tiefe unter der Schlucht liegen. Hier ist unter ihm auch die Grenze zwischen dem Paläozoikum und der Ophitzone verborgen. Oberhalb Derventa beim Dorfe Rastište (Siehe Fig. 30.), lagert der gegen die Aluga hin bis 900 m. sich erhebende, nach Nord einfallende Kalk dem bereits mit Tuffit bedekten Diabasserpentin und der sehr grobkörnige Gabbropegmatit auf. Weiter südöstlich bilden die Spitzen Vis (1378 m.), Bukova glava (1500 m.) und Visles (1397 m.) in NNO—SSW-licher Richtung hinziehende, mit Urwald bedeckte Erhebungen; zwischen ihnen zeigt sich ein nordsüdlich hinziehendes, mit Rasen bedecktes Tal. Der Krnja jelo trennt in 1100 m. und 1150 m. absoluter Höhe in der Mitte die Tara planina (Fig. 34). In diesem Tal sieht man schotterigen gelben Bohnerzton mit viel Feuerstein. Er befindet sich in einer Verwerfung, die an beiden Enden mit 35° einfallende südöstliche Schichtstellung zeigt.

In der Drinagegend, beim Dorfe Perućac ziehen die Bänke des weissen Kalkes, der Drina sich nähernd, in der Richtung des Quertales und an seiner Nordostseite bis zur unteren Terrasse des Flusses. In der Richtung dieses Tales aber weichen sie mit der südöstlichen Seite plötzlich von der Drina und ziehen zugleich mit sich auch die Werfener Schiefer gegen den 875 m. hohen Gipfel des Ostra stena. Ein reichlich wasserführender Bach, der mit seiner Kraft das Gaočica—Sägewerk versieht, bricht in überraschender Weise aus der Verwerfung hervor, indem er aus der tiefer gelegenen Kalkwand aus der Spalte entspringt.

Nach Südosten weiter vorwärtsschreitend, schneidet unser Profil oberhalb Banjabasta die ruhig gelegenen, darum aber eine keineswegs ununterbrochene Oberfläche aufweisende Platte im breitesten Teil der Tara planina. In der Gegend der malerisch schön gelegenen Spitzen: Sokolina 905 m., Kalugerske Koliba 1137 m., Zlijevac, Kulina und Salatnik mit der Burgruine verschmälert sich das Kalkplateau in einer Erstreckung von 10 Km. auf 1½—2 Km. und bleibt unter 900 m. (Siehe Fig. 34.)

Gegen die Drina hin folgen wilde Schluchten, die mit ihren stark Zerbrochenen, ungangbaren Felsen das Terrain seines Plateau-Charakters berauben.



In der ganzen Länge liegt hier der Kalk auf den paläozoischen Schieferungen und den Werfener Schichten.

Hierauf folgt das Ponikve-Plateau, das bis zur Gemeinde Stapari, mit seinen Höhen von 900 m. und 1000 m. eine gleichmässigeren Oberfläche zeigt, als jenes der Tara planina. (Fig. 35.) In seinem südöstlichen Teil, wo eine Verschmälerung eintritt, und wo gegen die Bergnase zwischen den Tälern Djetinja und Volujac Richtung genommen wird, fängt ein Hügelartiger Charakter an. Hier legt sich wieder das Paläozoikum darauf und auf der Grenze des Ophites. Beim Dorfe Kula schneiden drei nahe bei einander stehende, von NNO nach SSW gerichtete Verwerfungen den bis zum Dachsteinkalk zerknitterten Kalk. In der Richtung der Rujevo-Grenze und der Kula Kirche liegen nach Ost einfallende Werfener Schichten auf Tuffit-Sandstein und Feuerstein-Tuffit und sind von ihm durch eine melanitische, kalkig-tuffige, ophitische, abgeriebene, eine „Charriage“ (Schichtenbewegung) bezeichnende Breccie geschieden.

Der Kalk zieht von Stapari in eine die Grenze von Ophit und Paläozoikum verdeckende, ungangbare wilde Felsenschlucht des Djetinja-Tales (400 m.) oberhalb Užice hinab, um sich von dort unvermittelt auf das um 800 m. sich verbreitende Plateau von Ljubanje zu erheben (Fig. 35.), auf dem er sodann nach Osten über den Blagaj unterhalb Avilje bis zum Moravica-Tal hinreicht. In der Mitte dieser gleichmässigen, durchschnittlich 800 m. hohen Ebene zeigt er grössere Erhebungen; Gradina 942 m., Sjenokosa 920 m. (diese kenne ich nicht.) Zwischen der Drina-Schlucht und Užice, also zwischen den NO—SW-lichen Brüchen des Plateaus, besteht er aus gebankten, bald nach West, bald nach Ost geneigten plattigen Schollen, die das ursprüngliche mit 30° nach SO gerichtete Einfallen der einheitlichen Kalkdecke störten.

Zum eingehenderen Studium der Kalktafel der grossen Tara planina—Ljubanje, Blagaj lieferten O. AMPFERER und W. HAMMER<sup>18)</sup> wertvolle Daten.

In Betracht zu ziehen sind auch aus den Arbeiten FR. KATZER'S<sup>19)</sup> und E. KITTL'S<sup>20)</sup> die Mitteilungen über den bosnischen Javor, Romagna—Tesla und Šemec planina.

Die Oberfläche der mittelwestserbischen Triaskalktafeln ist von mächtigem Urwald bedeckt. Es sind dies Nadelhölzer und die prachtvolle *Pinus omorica* erhebt ihre schlanke Spitze aus dem umgebenden Waldniveau. *Pinus austriaca* war mit ihrem mächtigen (1 m. Durchmesser betragenden) Stamm hier in ihrer wahren Heimat. Überraschend ist die Feuchtigkeit der Plateaus. Auch mitten im trockenen Sommer geben die sich um 300 m. erhebenden, mit dichtem Wald bedeckten breiten Gipfel gute Niederschlagssammler ab. Kleinere und grössere abflußlose Dolinen, Einsenkungen, die von Wiesen überdeckt sind, finden sich in genügend grosser Zahl auf den Plateaus.

Die mit Wald bewachsenen, auf Rasenboden sich ausbreitenden kahlen Felsen der Dolinen von Oclusa, Lute polje—Dobre polje gestatten uns nicht viel zu sehen. Die Charakterzüge des Karst sieht man also auf den Plateaus nicht, namentlich nicht auf der Tara planina, auf der man keine Fernsicht hat, und auf der die Orientierung nicht leicht ist. Es ist dies eine wilde und unbewohnte Waldgegend. Die Sommeraufenthaltorte, Koliben bevölkern sich aus den benachbarten Dörfern

<sup>18)</sup> Jahrb. pag. 680 (2), 684 (6), 639 (11).

<sup>19)</sup> Geologische Karte von Ostbosnien und geologischer Führer durch Bosnien und Herzegovina.

<sup>20)</sup> Jahrb. d. k. k. geolog. R. Anst. Wien 1903. Bd. 53.



nur zur Zeit des Mähens und der Weide. Die Nadelholz-Urwälder an Höhen der Tara planina und Ponikve sind umso auffallender, weil die gleich hohen nördlicher gelegenen Kalkberge, die Gvozdar, Orovacka planina, Medvednik, Povljen-Gebirge von Laubwald bedeckt sind.<sup>21)</sup>

Im Jahre 1917 hielt sich namentlich unter der Führung des reichen und in grossem Ansehen stehenden Mönches aus dem Rača-Kloster namens „*Kaluger Mönch*“) eine Räuber-Bande in Aluga auf. Mit einigen dieser Leute scheine ich in Rastilje bei der Schenke zusammengetroffen zu sein. Mit dem gewohnten „Guten Tag“ begrüßten wir uns. Der Kaluger wurde als gutgesinnter Mensch bezeichnet, der niemals mordete und auch seine Leute im Zaum zu halten verstand: Sein Name ist Todozija Zacharias Miletič. Sein Gefährte Szava Božič, ein geflüchteter bosnischer Serbe, stand in umso schlimmeren Ruf; er hatte in Bosnien die Muselmänner, arg misshandelt und darum musste er aus Bosnien flüchten. In der Wildniss und den Höhlen der Tara planina war es den Occupationstruppen möglich diese Banditen zu überraschen. Mit Nahrungsmitteln, Gewehren, Munition und Bekleidung waren sie gut versorgt, ja das Volk sprach auch selbst von Kanonen. Darum pressten sie aus ihren vermögenden Landsleuten Geld heraus, vor denen sie als Freiheitskämpfer figurierten. Fremden gegenüber benahmen sie sich kavaliermässig, und unsere Soldaten und Offiziere liessen sie unangefochten, ja in einem Fall beschenkten sie einen jungen Bergmann-Offizier-Stellvertreter, den sie gefangen genommen, um seine Uniform mit ihre National-Tracht auszutauschen, als Entschädigung und zum Andenken mit einer Goldmünze.

In Sommer 1918 waren die Raubzüge der Banditen in ganz Serbien allgemein. Die Kriegserreignisse des Oktobers wurden leider schon fühlbar.

In der Gegend von Višegrad, zwischen der bosnischen Šemec-Tesla planina und der serbischen Tara planina zieht der 16—17 Km. breite Zweig der Zlatiborer Ophitmasse nach NNO gegen die grosse Knieförmige Biegung der Drina hin. Die tief eingeschnittenen Täler der Drina und des Bjelo Rzaw begrenzen ihn von zwei Seiten. Von geomorphologischen Standpunkt aus war dieses Gebiet eine Einsenkung der Kreidezeit, welche das Becken der oberkretaeischen Schichten einnahm. (Profil 33.)

Dieses Kreidebecken erstreckt sich nach Südosten über Vardište bis zur Gegend der Einmündung des Uvač-Flusses in den Lim.

Die grossen Taleinschnitte der Gegend von Višegrad trennten auf dem Wassergebiete der Flüsse Drina und Rzaw die in diesem Becken ursprünglich zusammenhängenden oberkretaeischen Schichten in Stücke. An dieser Stelle unterbricht die Triastafel in einem durch NNW-SSO gerichtete Rupturen hervorgerissenen Grabeneinbruch ungefähr in die Richtung des Zlatibor-Gebirges fallende Synklinale, die die Triastafel umgibt.

An der bosnisch-serbischen Grenze wurde durch diese Einsenkung der aus der Biegung des Drinaknies von der Einmündung des Brusnica-Baches ausgehende obertriadische Rücken auf ein recht langes Stück hin entzweigeschnitten. An der Wasserscheide der Drina und dem in entgegengesetzter Richtung mit der Drina parallel laufenden Bijeli-Rzaw erhebt sich horstartig der aus den Höhen Ridanova glava (1220 m.), Stolac (1673 m.) Vlasinita gl. (1544 m.) Janjac (1473 m.) und

<sup>21)</sup> Die Tara planina war wegen serbischer Freischaaren und Räuber (Hajduci) im J. 1917. und 1918., als ich mich dort befand, eine gefürchtete Berggegend.



Gostilje brdo<sup>22)</sup> (1315 m.) bestehende Rücken, dessen Einschnitte nicht unter 1200 m. herabsinken. (Profil 31—32.) Von zwei Seiten umgibt der oberkretacische Kalk und Mergel diesen Triaskalkrücken, den südlich von Gostilje um die 1497 m. hohe Anhöhe des Kleinen Stolac herum die Kreide ganz verdeckt, indem sie sich mit den in der ganzen Länge des Bijeli Rzav-Tale sich ausbreitenden Kreide-Ablagerungen vereinigt. Die Nordwest-Südost verlaufende Gliederung des Mittelgebietes zwischen beiden Flüssen wurde sicherlich durch in diese Richtung fallende Brüche hervorgerufen, die im dinarischen Bruchsystem in Bosnien gegen Vlasenica hinziehen. Die tafelartigen Erhebungen zwischen den NW—SO und den von NO nach SW laufenden Brüchen verursachten die Unebenheiten der Oberfläche des Kalkplateaus.

Die Stärke und die Einheitlichkeit der Schichten des obertriadischen Kalkes sah ich weder gleichmässig, noch vollständig, namentlich dort, wo die obertriadische Kalktafel sich der Ophitformation anschmiegt, ist sie schwächer (dünner) geworden. Um den Vrh Stolac herum, wo ich die grösste Mächtigkeit kenne, sitzt der massige weisse Algenkalk dem Ophit auf; an seinem östlichen Fusse fand ich in grauen Kalk *Halobia Styriaca*.

Auf der Gavran-Spitze, der südlichen Abzweigung der Tara planina und am Stapari-Plateau, im Dorfe Kula, (Profil 19.) liegt der Megalodonten führende Dachsteinkalk dem serpentinierten Diabas auf. Auch weit unten im Süden, im Wassergebiet des Lim, liegt der höhere oberkretacische Kalk mit den Spuren des Guttensteiner Kalkes und der Werfener Schichten dem Serpentin und Tuffit auf. Im Limdurchbruch zwischen Priboj und Priepolje beginnt der Schichtenkomplex des Triaskalkes mit dünnbankigem, grauem Hornsteinkalk. Diese Anomalien schreibe ich den Bewegungen längs der Schichtung und zwischen den Schichten, den Vorgängen der Ausquetschung zu, die bei einer „Charriage-Bewegung“ entstehen konnte.

Hiefür sprechen jene mylonotischen Breccien, die ich zwischen dem Ophit und dem Triaskalk an mehreren Orten (Kula, Bioska, Novavaros, Stolac-Rücken, Ljubiš u. s. w.) vorfand. TH. KORMOS sammelte in der Gegend von Plevlje ähnliches.

Aber auch für die ursprüngliche Abnahme in der Mächtigkeit der Trias habe ich ein Beispiel. Entfernter von den mächtigen und zusammenhängenden Massen des Triaskalkes, in der Quellgegend der Moravica, namentlich aber in der oberen Wassergegend der Ljubovija, in den zwischen den paläozoischen Tonschiefern und der Ophitformation sich erstreckenden Felsenzügen, in den Kalkfelsen des Gvozdar und der Orovacka planina, fand ich von den Werfener Schichten bis zum weissen obertriadischen Algenkalk die ganze Trias auf weniger als 100 Meter reduziert. Gegen diese ursprüngliche Verminderung durch Abrasion oder Erosion spricht der Umstand, daß im Scheitel der Synklinale des Gvozdar jüngerer Tuffit und Diabasporphyrat zu erkennen ist, den ich über den auf dem Ljubovje-Plateau auf 250—300 m. zu schätzende normalen Triaskalk in konkordanter Lagerung antraf, wo also diese Gesteine den obersten Schichten des Triaskalkes aufliegen.

Im allgemeinen gewann ich den Eindruck, daß der in grosser Mächtigkeit den paläozoischen Schiefern aufliegende obere Triaskalk gegen das Ophitgebiet hin sich verdünnt. Um das Zlatibor-Gebirge herum, zeigt sich die Abnahme der Triasdecke gegen dieses Ophitmassiv am auffallendsten.

<sup>22)</sup> Den mächtigen Horstcollos Gostilje brdo bezeichnete FR. KATZER auf seiner bosnischen Karte 1:200.000 irrtümlich als oberkretacisch, was auch O. AMPFERER und W. HAMMER konstatierten.



An sehr vielen Stellen befinden sich auch an den Gehängen und tieferen Sohlen der Täler kleinere und grössere Triaskalkmassen. Es sind dies aus der Höhe abgerissene und abgestürzte Partien, deren Anordnung ausschließlich an die Vorgänge der Talaushöhlung gebunden ist. Die sogenannten „epigenetischen“ Talschluchten und auch die über den unterirdischen Wässern eröffneten „Spalten“ gehören in diese genetische Gruppe.

Auf eine überaus interessante und für unser Erkenntnis bedeutsame Erscheinung muß ich endlich hinweisen: die Triaskalktafel in dem nahezu 70 Km. langen Zuge der Tara planina und Ljubjen planina—Blagajaž breitet sich von der paläozoischen Zone bis über auf die Ophitzone und die zwischen beiden scharf gerade und steil gestellte Grenze wird auf grosse Strecken, namentlich auf der Tara planina bis zur südlichen Eckenbastei des Gavran und auf dem Ljubjen-Plateau verdeckt. Eine derartige Verhüllung ist nach den Beobachtungen von T. KORMOS und E. JEKELIUS zwischen Plevlje und Prijepolje vorhanden, ferner zwischen Novavaros und Ivanjica um den Mučanj, sowie auch südlich von Valjevo unterhalb dem Bukovačka-Plateau.

Der Vorlauf der verdeckten Schichtgrenzen läßt sich aus den Oberflächen-gestaltungen der Kalktafel nicht ahnen. Das aber kann ich bekräftigen, daß die unter der Trias liegenden paläozoischen Schiefer und noch viel mehr der Tuffit des Ophites mit den Eruptivmassen zusammen nach der dinarischen Faltungsrichtung stark disloziert sind, während der vorherrschend Algen führende Complex der oberen Trias den Falten horizontal geschichtet plattigtafelig aufliegt.

Hieraus ergibt sich fraglos die Folgerung, daß die Faltung der plastischen Bildungen, ihre Zusammenpressung in der NO—SW-lichen Richtung von den sehr mächtigen starren oberen Kalkplatten nicht wiederholt wurde, sondern auf ihre festere paläozoischen Basis beschränkt blieb, mit der sie nur genetisch im Zusammenhang stehen, sie wurden vielmehr auf die unter ihnen zusammengefalteten plastischen Tuffite aufgeschoben, die ihrerseits die eruptiven Ophite überdecken. Es ist dies eine derartige Erscheinung, wie wir sie auf den dicken Eistafeln des eingefrorenen Balaton (Plattensee) beobachteten, welche längs der Zusammenschiebung über die emporgehobenen schollenartig gefalteten Eiskämme hin bisweilen am Eis weithin wegrutschen. (Siehe Fig. 17. und 18.)

Ein ähnliches Beispiel haben wir auch in der tektonischen Literatur aus den Berchtesgadener Alpen, wo nach der Hypothese von LEBLING<sup>23)</sup> die mit dem starrerem Dachsteinkalk in Schichtverbindung stehenden und von den Werfener Schichten bis zum Jura sich erstreckenden Massen der Stufen über die plastischeren, überaus gefalteten Trias-Kreideschichten von verschiedener Fazies sich erhebend, auf diese sich überschoben.

Eine ähnliche Erklärung finden wir in der Studie von Baron FRANZ NOPCSA<sup>24)</sup> über die nordalbanischen Küstengebirgsketten.

Mit dieser Erklärung, der horizontalen Verschiebung der starren, mächtigen Schichtenkomplexe über und zwischen den plastischeren Schichten, läßt sich auch verstehen, daß dort, wo von den oberen Triaskalktafeln die tieferen Horizonte fehlen, diese der auf der Verschiebungsbasis auftretenden Reibung zufolge unter der sich vorschiebenden Tafel zurückblieben. Auch die mylonitischen Breccien sprechen hiefür.

Ebenso lassen sich die mit dem Tuffit zusammen gefalteten und in die Ser-

<sup>23)</sup> Geologische Rundschau. Bd. 5. (1915), siehe besonders pag. 18—20 und Fig.

<sup>24)</sup> Földtani Intézet Évkönyve (Jahrb. d. ung. geol. Anst. Bd. XXIV. Hft. 5.)



pentin-Peridotit-Massen eindringenden Triassynklinalen von kleinem Durchmesser am Gvozdar und Orovačka planina mit dem weniger widerstandsfähigen, passiven Verhalten der auch ursprünglich dünnen Triaskalk-Ablagerungen erklären.

### 3. Die Ophitgebiete in Westserbien.

Bei Beschreibung der Verbreitung der paläozoischen Schiefer erwähnte ich schon, dass die in Westserbien sicher horizontierbaren paläozoischen Schiefergebiete von triadischen Kalkplatten, noch mehr aber von Serpentin, Peridotit, Diabas, Gabbro und Tuffit, mit einem Wort von Ophitkomplexen<sup>25)</sup> geschieden werden.

Wen wir von Süden her die Grundzüge ins Auge fassen, so scheidet ein grosses Ophitmassiv, das Zlatiborgebirge im Sandšak Novipazar in der Flussgegend der oberen Drina, Tara, Piva, Čechotina zwei Triastafeln von einander, die eine montenegrinisch-nordalbanische Triaskalkplatte und weiter die auf paläozoischen metamorphen Schiefer aufruhende Triastafeln längs der mittleren Drina.

Diese grosse Masse zieht aus den Drinatal unterhalb Višegrad gegen Uvač, Priboj und Novavaros hin. Ihre glatt abgerundeten, kahlen, waldlose Höhen dienen die Sommersaison hindurch mit den fetten Bergweiden den beflissenen Viehzüchtern Serbiens. Zwischen den Ravna gora Dörfern, die zwischen den Quellen des Stary-Brod und Viki Ržav längs der Drina gelegen sind, ist das Zlatibor-Gebirge in NW-SO-licher Richtung 70 Km. lang. Ungefähr in der Mitte zwischen Priepolje und Kremna ist es 35 Km. breit. Das im engeren Sinne genommene Zlatibor-Gebirge beginnt im Nordwesten mit der 1560 m. hohen Zboriste-Spitze, (Profil 26.) wosie mit dem von prachtvollen Nadelholzwäldern bedeckten Kalkplateau der Tara planina, den Höhen Veliki Stolac und Gavran in gleicher Höhe sich befindet. Von hier senkt sich kahl und mit schütterem *Pinus austriaca*-Wald bestanden, der Berg-rücken auf der Wasserscheide zwischen Drina und der westlichen Morava auf den 914 m. hohen Sargan-Sattel herab. Von hier steigt der ortographische Rücken des Zlatibor wieder auf den 1200 m. hohen Leskagora an, wo er auf eine breite Rumpfläche von rundem Umriss sich erweitert; im südöstlichen Teil, auf der Čigota-planina sind wieder grössere Anhöhen mit dem 1544 m. hohen Saboriste. (Siehe Profil 12.)

In das Innere des Zlatibor-Gebirges konnte ich nicht gelangen. O. AMPFERER und W. HAMMER begingen es, wie ich erfuhr, eingehend. Von ihnen müssen wir die Beschreibung desselben erwarten. Indessen reiste ich um das Gebirge herum und konnte so in seine Morphologie Einsicht nehmen. Sein massiges Auftreten ist von grosser Ausdehnung, seiner 700—800 m. See-höhe gelegenen Sümpfe, die zur Tertiärzeit von Seen und Süswasserkalk bedeckt waren, charakterisieren das Gebirge. Die massigen Gesteine lagern sich im Umkreis des Zlatibor und die Tuffite mit den hineingepressten Kalken Mergelschiefen und Schiefertönen an.

Der zweite Zug beginnt im Nordwesten, an der rechten Seite der Drina, am Südfusse des Jagodnja permocarbon Kalkplateau's in schmalem Streifen, das Sela-

<sup>25)</sup> Die Bezeichnung Ophit benütze ich im Sinne der französischen Geologen, die in der geologischen Literatur der pyrenäischen Halbinsel nicht nur die normalen und uralitischen Diabase, sondern auch viele andere basische Eruptive, die Porphyrite und Melaphyre, als Ophit bezeichnen. Siehe ROSENBUSCH: Elemente der Gesteinskunde p. 341—342. STEINMANN: Geologische Beobachtungen in den Alpen. II. B. Berichte d. Naturforsch. Gesellschaft in Freiburg i. Br., 16. Bd. 1906 (p) 56-64. (Bedeutung d. Tiefsee-Absätze u. d. ophiolithischen Massengesteine.)



naračka Tal im oberen Teile nach Südosten verquerend, zieht er gegen die Ortschaften Poštenje und Zakučani (Profil 15.) hin und verbreitet sich zwischen der oberen Abteilung des langen Ljubovije-Tales und seinem Orovačka-Planina genannten Seitenzweig. Die Kalkkämme und Felsen der Orovačka planina (Bobija) tarnička 1303 m., das Gvozdar planina (Sokolina Gipfels 1235 m.) und das Povljen 1480 m. Medvednik 1246 m., Jablanik 1306 m. umgeben ihn, beziehungsweise sitzen in der Nachbarschaft der paläozoischen Schiefer in ihm drinnen. Seine weitere Fortsetzung finden wir nach SO jenseits der Magleš planina auf der Bukovska planina (860 m.); dann erhebt er sich auf der Maljen-Spitze wieder über 1000 m. und zwischen der Kolubara und westlichen (Goljiska) Morava tief ausgehöhlten Wasserscheide hinziehend, endigt er südlich des Städtchens Gornji Milanovać in der Schlucht des Despotovo-Baches. Sowohl nach Norden, als Süden hat er mehrere Verzweigungen und tritt in isolierten Streifen zwischen den triadischen und oberkretaeischen Kalkdecken dieses Ophitgebietes und den tertiären Becken auf.

Die Länge des Ophitgebietes zwischen der Kolubara-Morava der mittlere Drina beträgt mehr als 108 km., seine grösste Breite erreicht es in seiner östlichen Ausbreitung mit 22 Km., im Wasserscheide-Knotenpunkt der drei Flüsse beträgt die Breite an der Landstrasse zwischen Rogačica und Užice 15 Km. Kleinere ophitischen Streifen berührte ich noch in der Gegend von Zvornik in der Umgebung von Belgrad und Arangjelovac. Der Ophit der Ovčar Klissura oberhalb der Einmündung des Djetinja-Morsvica-Tales in die westliche Morava ist ebenfalls ein abgesondertes Ophitgebiet, das dem Zuge der Bukovska planina angehört, aber zwischen den paläozoischen Schiefen sitzt.

In grösserer Verbreitung findet man die Ophitformation im Ibartale im Studenica- und Kopasnik-Gebirge. TOMAS SZONTAGH und ÁRPÁD ZSIGMONDY sprachen hierüber in ihren Berichten, F. KOSSMAT behandelte in seiner citirten Arbeit die geologischen Verhältnisse der Tuffite und der serpentinischen basischen Eruptivmassen von hier auch eingehender.<sup>26)</sup>

Zu dieser südlichen Ophitgend gehört auch jene kleine Serpentin-Einfaltung oder jener Aufbruch zwischen den metamorphosierten und Werfener Tonschiefern, welchen ich am Jelica-Sattel zwischen Čačak und Guča sah. (Profil 23.) Das Ibar-Raska Mitrovicaer Ophitgebiet fällt in die südöstliche Fortsetzung des Zuges der mittleren Drina und bildet mit dem zusammen ein viel längerer Zug als jener des Zlatibor-Ophites. Wenn wir diese Übersicht auf der Karte verfolgen, geht hervor, dass die westserbischen Ophitzüge dem dinarischen Streichen nach in von Nordwest nach Südost gerichteten langen Zügen in dem mit paläozoischen metamorphen Schiefen und dem mit devonischen und permocarbonischen Fossilien führenden Kalken horizontirten Gebirge sitzen, welches von der Saveebene bis zur Wasserscheide der Adria in den westserbischen meridionalen Profilen der Balkan-Halbinsel zur ältesten autochthonen Basis des Terrains dient. In diesem Grundgebirge sitzen die Eruptivmassen der Ophitzüge und noch mehr seine Tuffite von Flyschtypus wie in Geosynklinalen. Die Zone des Flysch-Karpatensandsteines des siebenbürgischen Erzgebirges mit seiner mächtigen Diabas-Achse ist in den mir bekannten Territorien das nächst Verwandte zwischen den serbischen Phyllitgebirge und den Ophitgebieten.

<sup>26)</sup> Bericht üb. eine geologische Studienreise i. d. Kreisen Mitrovica, Novipazar und Prijepolje pag. 162—165 und 169—173.



## Die Gesteine der Ophite und deren Lagerung.

Die in buntem Wechsel nebeneinander auftretenden Diabase, Porphyrite, Gabbro-Serpentin, Peridotite und die sich ihnen anschliessenden und mit ihnen in Passivität zusammengefalteten klastisch-pelitischen, dunkel gefärbten, rotbraunen, schwarzen und grünlichen, geschichteten auch Radiolarien führende Schiefergesteine gehören untrennbar in eine Formation zusammen.

In der Litteratur werden die Tuffite als hornsteinschieferige Tuffite angesprochen.<sup>27)</sup>

FR. KATZER, F. NOPCSA, T. KORMOS, F. KOSSMAT J. M. ŽUJOVIĆ fasten die Eruptivgesteine in die Gruppe der Euphodie und Serpentine zusammen, FR. KATZER schied auf seiner ostbosnischen geologischen Übersichtskarte im Maßstabe 1:200.000, die noch ohne Erklärung ist, in der Drinagegend Bosniens, um Višegrad herum, mit scharfen Grenzen den Serpentin, Peridotit, Gabbro Diabas, Porphyrit, Melaphyr, die Sandsteine des Tuffites den radiolitischen Halbjaspis etc.

Die bei Gelegenheit der Studienreisen der ung. geologischen Reichsanstalt i. d. Jahren 1917 und 1918 gesammelten Ophitgesteine wurden freundlicherweise durch den Herrn Professor SIGMUND SZENTPÉTERY in Kolozsvár untersucht. Bezüglich der im Jahre 1917 gesammelten Gesteine beschrieb er in einer Mitteilung bereits die Resultate seiner Studien.<sup>28)</sup> Die Untersuchung der Sammlungen v. J. 1918. ist im Zuge.

Im Süden um Plevlje herum und an der montenegrinischen Grenze findet sich ebensolcher Diabas, Porphyrit, Serpentin und Gabbro, wie weiter im Norden im zweiten serbischen Ophitzuge.

In Ost-Montenegro kommen die Tuffite des Hornstein führenden Schiefers untergeordnet vor. Nach VADÁSZ und SZENTPÉTERY fanden sich an der Basis der Triasschichten Diabas und Diorit, zwischen den Triasschichten Porphyrit (Gužiče und Biočen), im Liegenden der Trias Quarzporphyr (Bjela crkva) und Serpentin, Dunit, Peridotit und Amphibolit.

In Montenegro, Novipazar und an der Grenze Serbiens begleitet der „hornsteinführende Tuffit“ nach KORMOS mit umso grösserer Verbreitung den Serpentin. In der Gegend von Kolašin erschien Quarzporphyrit und Diorit, im Taratal Montenegros auch von Štitarica Quarzporphyrit. In der Gegend von Prijepolje, die der Verzweigung des Zlatibor zwischen Višegrad und Vardište angehört, sammelten KORMOS und JEKELIUS abwechslungsreiche Gesteinsarten. Augit-Diabas und Quarzporphyrit-Intrusionen finden sich hier in den paläozoischen Schiefen. Sehr bald aber beginnt gegen Priboj hin die Herrschaft der Tuffite von Flyschcharakter und der in Begleitung

<sup>27)</sup> J. M. ŽUJOVIĆ: Geologische Übersicht des Königreiches Serbien (1886. p. 113.).

FR. KATZER: Über den heutigen Stand d. geologischen Kenntniss Bosniens u. d. Herzegovina. (Comptes rendus IX. Congr. geol. int. Vienne. 1904. p. 334—337.)

FR. NOPCSA: Zur Geologie von Nordalbanien. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 55. Bd. p. 134—138. (50—54). Zur Stratigraphie u. Tektonik des Vilajets Skutari i. Nordalbanien. Jahrb. der k. k. geol. K. A. 51. Bd. (II.) p. 251—257 (23—29). Daten zur Geologie d. nordalban. Uferketten. Kgl. ung. geol. R. A. Jahrb. XXIV. Bd. pag. 369. Nordalbanien, Serbien u. Ostbosniens geolog. Karte. Földt. Közl. XLVI Bd. p. 228.

TH. KORMOS u. E. JEKELIUS: Geolog. Notizen aus Montenegro u. Serbien Geolog. Anst. Balkan-Studien d. Jahr 1917. p. 67—71.

E. VADÁSZ: Geologische Beobachtungen in Ost-Montenegro, p. 10—33.

F. KOSSMAT: Bericht über eine geol. Studienreise, pag. 162—169.

<sup>28)</sup> S. SZENTPÉTERY: Daten z. Kenntnis d. Petrographie Montenegros u. Serbiens. Ung. geol. Anst. Resultate d. Balkan-Forschungen d. J. 1917. pag. 137.



dieser auftretenden Serpentin-Peridotite. FR. KATZER's Karte stellt ihre hierortige Anreicherung dar. KORMOS und JEKELIUS verfolgten i. J. 1917. zwischen Novavaroš und Užice denselben Weg auf dem auch ich in J. 1918. reiste.

KORMOS beschreibt die hierartigen stark gefalteten und gepreßten roten, dunkeln, grünlichgrauen Schiefer, die mit Hornstein führenden gepreßten Sandsteinen, bunten Breccien und Conglomeraten wechsellagern, treffend; er beschreibt die Eruptivgesteine der Gegend vor Ljubiš und die um Zeljin herum. Diabas-Porphyrte untergeordnet Quarzporphyre, augitporphyritische Breccien, Olivindiabas, Lehrzolit und etwas Peridotit stammen von hier; ein Teil dieser Gesteine stammt aus den Gesteinen der Bäche, die aus dem Inneren des Zlatibor-Gebirges kommen. Auf dem Gebiete des Dorfes Zeljin, an dem gegen Užice führenden Weg sitzt ein Biotit-Amphibolporphyrit-Stock im Tuffit. Ich brachte von der weiteren Umgebung von Višegrad i. J. 1917 dieselben Gesteine, wie KORMOS und JEKELIUS.

Zwischen Višegrad und Strybrod an der Drina und ihrer Umgebung (Fig. 3.) lagern in grosser Abwechslung die Gesteine der Ophitbildung. Wie ich schon erwähnte, scheidet sie F. KATZER mit scharfen Grenzen; namentlich den Diabas und Gabbro stellt er auf Kosten des Serpentin auf großen Gebieten dar, nächst den Flüssen Lim und Ržav hingegen teilt er dem Serpentin die Hauptrolle zu. Das Ophitgebiet der Gegend von Višegrad beging ich recht eingehend, die Grenzen der zusammengehörigen ophitischen Gesteine aber konnte ich nicht als so scharf erkennen, wie sie auf KATZER's Karte dargestellt sind. Namentlich war ich nicht imstande den Diabas, Porphyrit und Serpentin von einander scharf abzugrenzen, hingegen konnte ich die Berührung an den Gabbro-Intrusionen gut fixieren. Ja nicht nur zwischen den massigen Eruptivgesteinen, sondern auch zwischen diesen und dem hornsteinführenden schieferigen Tuffit sah ich keine scharfen Grenzen. Denn diese erkennt man bald als mit den Eruptivgesteinen zusammen gefaltete Schichten.

Zwischen den Hornsteinführenden schieferigen Tuffitschichten sind ebenfalls abwechslungsreiche Sedimente; die Detaillierung dieser behalte ich mir für die Localbeschreibungen vor, hier will ich nur das über sie im allgemeinen Mitzuteilende im folgenden zusammenfassen.

Die dunkeln, rotbraunen, kieseligen, starren, unter dem Hammerschlag würfelförmig auseinander fallenden Tuffite vergesellschaften sich zumeist mit dem Diabas und Serpentin; mit ihnen zusammen treten gründlichgraue Schiefertone auf. Diese stimmen vollständig mit den aus dem Hegyes-Drócsa-Gebirge i. J. 1875—76 von mir gebrachten und den dortigen Diabasmassiv auflagernden dunkle kieseligen und schieferigen Gesteinen überein, welche ANT. KOCH<sup>29)</sup> als regenerierte Porphyrtuffe bestimmte.

Die Dünnschliffe dieser dichten kieseligen Gesteine erweisen sich unter dem Mikroskop als feinkörnig klastisch-schieferig und als regelmässig geschichtet. Radio-larien sind reichlich in ihnen enthalten, die Risse bedeckt ein glänzender, mangan-

<sup>29)</sup> Kristallinische u. massige Gesteine des Hegyes—Drócsa—Pietrossa-Gebirges. Földtani Közlöny VIII, Bd. 1878, p. 179. Die hierauf bezüglichen Notizen finden sich im Földt. Közl. VI. Bd. (1876) im Jahresberichte 1888. d. ung. geol. Anst. von mir, im Jahresbericht von 1889 d. geolog. Anst. p. 58—59 von Th. Szontágh. TCHERMAK: Porphyrgesteine Österreichs. Wien 1869 pag. 193 u. 199 sind gleichfalls hierauf bezügliche Mittheilungen.



hältiger Niederschlag. Auch die Schiefertone sind ebensolche, wie ich sie im Tale der Weißen Kőrös nächst dem kleinen Bad Aváca vor dem Dorfe Prihogyest im Diabas fand.

Mit diesen dunkeln Radiolarien führenden Ablagerungen wechseln dickere oder dünnere kalkige Quarzkörner enthaltende Arkosensandsteine und schieferige, plattige Sandsteine von Flyschtypus, Mergelschiefer, gelbe mergelige Kalkbänke und dunkelgraue (oder schwarze) oolitische, calcitaderige, feine Algenröhren zeigende, mächtigere Kalkbänke. Sie scheinen im Tuffit einen höheren geschichteten Horizont einzunehmen. Mit dem nötigen Vorbehalt setze ich diese dunklen, rotbraunen, feinkörnigen Sandsteine in verschiedener Mächtigkeit zu oberst unter den Flyschsandsteine. Unter dem Tuffit eingebetteten Kalkplatten sah ich häufig solche Varietäten, die sich mit den mit einer Sericit-Chlorit-Haut überzogenen Grestener Kalkplatten der Nordwest-Karpaten und solche, die sich gleichfalls mit den dortigen liasischen Fleckenmergel-Kalken vergleichen lassen.

Auch solche Gesteine finden sich im Tuffit, die an den gelben, crèmefarbigen sog. hydraulischen Tithon-neocomen *Aptychus*-Mergel des Drócsa-Gebirges erinnern. Die Breccien lassen sich nicht so sehr auf ihre transgredierende Lagerung hin als vielmehr ihrem tektonischen Schichtenüberschiebung (Charriage) zufolge als tektonische Breccie-Mylonit betrachten. Unbestimmbare Radiolarien und Foraminiferenspuren sind zur Altersbestimmung nicht geeignet.

Die Beschreibung der Ophitgebiete nach Gegenden hielt ich darum für notwendig, damit die nach uns kommende Forscher leicht jene Orte auffinden können, die zur Beleuchtung der die Lösung erwartende Probleme der serbischen Ophitbildungen dienen können.

#### a) *Umkreis des Ophitzuges des Zlatibor-Gebirges.*

Die tiefen Täler der Drina und des Lim um Višegrad herum bieten zur Untersuchung des Verhältnisses der Ophitbildungen und der mit ihnen in Berührung tretenden Trias- und Kreideschichten zu einander sehr gute Aufschlüsse. (Karte Fig. 3 und Profile 41—42.)

Unter der wundervollen alten türkischen Brücke des Städtchens, mündet von rechts her die Osajnica, von links der Rzav-Fluss in die Drina. Beide Täler schneiden sich terrassenartig auf 10—12 m. in einen Serpentin-Peridotit-Felsen ein, in diesem brachte auch vor der Eisenbahn-Station Višegrad der Eisenbahnbau frische Einschnitte zu Stande. Die Sarajevoer Landstrasse steigt bei dem Malaria-Spital meist in Serpentin bis zu den Dörfern Liesko, — Pelez an. Von Liesko her aber berührt sie mehrere Oberkreide-Abrutschungen, unter denen der Serpentin in den beiderseitigen tiefen Gräben fortsetzungsweise ausbeisst.

Auf dem Stari Grad Gipfel und der gegenüber liegende Vlasinje-Spitze bei Višegrad liegt der obertriadische Kalk und steigt bis zum Šemeč-Plateau oberhalb Liesko an. Dieser obertriadische Kalk wurde hier auf den Serpentin und den Tuffit überschoben. In der Öffnung des Osajnica-Graben und auf dem gegen das Malaria Spital hinaufführenden Wege schob sich auf den Serpentin, Tuffit, Mergelschiefer, Flecken-Kalkschiefer und dunkel rotbraune Sandstein eine aus Quarzitbänken, Sandsteinschiefern der Werfener Schichten, weissen Dolomit, dunkeln Kalkbänken, Guttensteiner Kalk, endlich aus gefaltetem hornsteinführenden grauem Kalk und massigem weissen Algenkalk bestehende Trias-Schichtenreihe über. Diese wurde



von der Kante auf die dem Serpentin auflagernden Tuffitschichten aufgeschoben und hob dieselben mit sich hinauf. Die Kartenskizze (Fig. 3.) und die Profile (Fig. 41—42.) veranschaulichen die geologischen Verhältnisse von Višegrad.

Um Mededje herum beißt unter dem obertriadischen Kalk die Tuffitreihe mit denselben Gliedern aus, wie bei Višegrad in dem Osojnica-Graben. Mit dem Višegrader Auftreten (Ausbeissen) zusammen figuriert die Ophitformation als Fenster unter der Triasdecke. Oberhalb der Station Mededje erhebt sich im Hofe des ersten Bauernhauses als Steinsäule auch ein kleiner Serpentinfels.

Auch bei der Eisenbahnreise fällt es bei der Vereinigung des Lim und der Drina auf, daß der Triaskalk mit dem Ophit in welliger Faltung sich befindet. Ebenhier, sowie längs dem Lim aufwärts über Uvač und Priboj bis Novavaroš herrscht auf der Talsohle augitischer Diabas und Serpentin, in diesem sind aus Gabbro bestehende Stöcke und Dyke, die Tuffitschichten aber begleiten sie eingefaltet in vielfachen Abänderungen. Wenn auch das eruptive Material, ob während des eruptivem Vorganges, sich in den Tuffiten zur reichen Entwicklung gelangt, oder ob es während der Faltung sich anreicherte, sah ich doch unter der Triaskalk-Decke die Tuffitschichten in grösserer Verbreitung und häufiger, als die massigen Ophitgesteine.

Unterhalb Višegrad, in dem zum Dorf Lakce hinaufführenden Banjatal in dem eine 34°C zeigende und Kalktuff ablagernde Therme ein Bad speist, sitzen mehrere Gabbro—Dykes im Serpentin—Peridotit. In Lakce führt eine N—S-lich gerichteter 1'05—2'0 m. mächtiger vertikaler Gabbro-dyke nebst limonitischen Quarz Chalkopyrit und Pyrit-Körner. Angeblich wurde hier auf Gold geschürft.

Näher zum kleinen Badeort sitzt gneissartig geschieferter Gabbro im Serpentin und Diabas. Hoch oben auf dem Grenzkamm zwischen Bosnien und Serbien und ebenso auf Zapolje genannten Wiesenland und dem Oberhalb dem Dorfe Zaveno sich erhebenden Mandica-Gipfel (1270 m.) herrscht ein feinkörniges, fast dichtes, auf einen Mandelstein Diabas verweisendes Gesteine vor. Aus diesem erhebt sich ein mittel und feinkörniger, holokristallinischer Gabbro in Kuppen. Um den Mandica-Gipfel herum liegen viele Feuerstein- und Halbjaspis-Stücke herum. Oberhalb der Zaccine-Gendarmariekaserne beißt in dem von der Mandjca (Profil 38) herkommenden Graben klastischer feinkörniger massiger Tuffit aus. Nur unter dem Mikroskop erkennt man, dass man es hier nicht mit einem massigen kristallinischen Gestein zu tun hat. Südlich von Triaskalk-Felsen Gostilje, am Korto-Gipfel, sitzt in kleineren Kuppen mittelkörniger, frischer wunderschönen Diallag-Kristallen führender Gabbro im Diabas.

Zur Zlatiborer Ophit-Abzweigung der Drinagegend gehört noch auch das in der Mitte der Tara planina oberhalb Derventa ausbeissende Serpentin Peridotit-Massiv. Von Derventa in dem tiefen Einriß der Tara planina hinaufgehend, erweitert sich nächst den Dörfern Aluga (Profil 33.) und Rastilje und tritt sich das Tal in fächerartig sich vereinigenden Gräben. Im Graben zwischen den beiden Dörfern sitzt im Peridotit-Serpentin riesige 10 cm. lange Diallag-Kristalle enthaltender Gabbro-Pegmatit. Unter der Sohle der Schlucht verbirgt sich die Grenze der paläozoischen Schieferzone.

Im Priboj verquert das Limal nur mächtigere grobkörnige gneisartige Gabbro-Intrusion, sie erhebt sich in Serpentin und Tuffit-Umgebung. Am linken Ufer des Lim, bis zum Fusse des Bič planina-Kalkkammes an der 634 m. hohen Vorkuppe (Fig. 28.) ist die Fortsetzung an der rechten Seite unmittelbar oberhalb Priboj an den kahlen Gehängen der 566 m. hohen Pata glava noch besser zu sehen, weil



diese Intrusionen der Verwitterung besser widersteht, wie die Umgebung des Serpentin Diabas und des Tuffites.

Oberhalb Priboj, unterhalb des Dorfes Sakopolje sah ich gleichfalls grobkörnigen gneißartigen Gabbro zwischen tuffitischen Sandstein und Diabas. (Profil 28.)

Auf 20 Km. Entfernung von Priboj, unterhalb der Einmündung des Bistrica-Baches, umgibt als große Bronzit-Kristalle führender Serpentin-Peridotit mantelförmig den Diabas, der hier von kugelig-sackförmiger Absonderung ist und innerhalb dieser radial spaltet.

Aus dem Limal gegen Novavaroš hin hinaufsteigend, findet man in 780 m. Höhe von Plagioklas-Leisten strahlenförmig gefleckten Diabasporphyr in kalkigen Tuffit. Auf dem in Abrutschung begriffenen Terrain läßt sich nicht beurteilen, ob er den nahen kalkigen Tuffit durchbricht oder mit ihm zusammen lagert. Auch mandelsteinartiger Diabas tritt in dieser Gegend auf.

Von Višegrad führte uns dieser Weg über Vardiste gegen Kremna hin in das Djetinja-Tal. Der Ržav-Fluß, der von Norden den Bijeli Ržav, von Süden den Crni Ržav bei Vardište vereinigt, ist im Herzen der Ophitbildungen. Wir befinden uns in der Achse des Zlatibor-Gebirges und bewegen uns am Sargan-Sattel in den kahlen mit schütterem Waldbedeckten Serpentin-Peridotit-Massen. Mit Magnesitadern durchzogener und mit lichten glänzenden Rutschflächen versehener Serpentin herrscht im Becken von Kremna (Profil 54.) in den beiden Tälern des Weißen- und Schwarzen-Ržavflusses. Die Tuffite erscheinen kaum. Die bosnische und serbische Grenze zieht in einem in der Serpentin-Peridotit vertieften gewundenen Schluchttal hin.

Die südlichen Verzweigungen des Djetinja-Tales auf dem Gebiete der Gemeinde Kešerovino und auch unterhalb Bioska gegen Užice hin sind in massigen Gesteinen vertreten. Tuffit sah ich in den Dörfern Bioska und Kula auf dem Kalkplateau Stapari nahe bei Užice. Nahe der Grenze der paläozoischen Schiefer, südlich von Kremna, sitzt auf der Südseite der 1096 m. hohen Kadina glava ein mit 70° nach West einfallender gneissartiger Gabbro Lagergang im Serpentin. Als ob in Bioska der hinter der Gendarmerie-Kaserne nach Südost geneigte Amphibolschiefer und der gebänderte serpentinführende Kalk am Diabaskontakt den Wechsel des Tuffites und der metamorphischen paläozoischen Tonschiefer scheinbar beweiste.

Im Dorfe Kula, gleichfalls am Kontakt der beiden Bildungen, beißt der Diabas Serpentin und Tuffit unter dem Dachstein-Megalodusreste enthaltenden Kalk aus. (Profil 53.)

An allen diesen Stellen ist im Serpentin-Peridotit Halbjaspis, Feuerstein und Chalcedon reichlich vorhanden; den die Grenze begleitenden postvulkanischen, Kieselsäuren führenden Quellen können wir diese Hydroquarzite zuschreiben, ja auch den tertiären Menilit der Gegend von Kremna, sowie den kalkigen Pisolit und die Kalktuff-Ablagerungen.

In die Limgegend zurückkehrend, halten wir uns nach NNO von Novavaroš, wenn wir die Ophitmasse des Zlatibor rings umgehen wollen; den vollständigen Ring um diese Ophitmasse konnte ich nur zwischen der bei Užice und am rechten Ufer des Vlki Ržav-Tales sich ausbreitenden paläozoischen und Triastafel nicht begehen und konnte die Grenze des Ophitgebietes und des paläozoischen Grundgebirges nicht fixieren.

Vom 1100 m. hohen Sattel bei Novavaroš nach Norden hin scheidet sich der Weg in der Tiefe des Uvčatales ein und senkte sich in das breit sich erweiternde



Decken des Tales hinab. (Profil 26.) Von Osten her, von den paläozoischen Schiefen auflagernden, über 1400 m. sich erhebenden Kalktafeln von Javor-Mučanj vereinigt sich das Tisovicatal auf dem Ophit mit dem Uvač bei Kokinbrod. (Profil 29.) Vom Novavarošer Sattel (1200 m.) senkt sich im engen, von Wald bedeckten Zlatikatal der Uziceer Weg 450—500 m. bis zur Brücke des Uvač (750—780 m.). Von dort steigt er wieder auf 1200—1300 m. Höhe, auf die Muntenica planina, die Wasserscheide der Uvač- und Velki Ržav-Flüsse. Die linksseitigen Seitentäler des letzteren Flusses Bela reka, Ljubiška, Katušnica. (Profil 12.) Dedov und Prištovica schneidet der Weg in Höhen von nahezu 700, 600, 750 und 700 m.

Von Novavaroš bis zum Gemeindehaus (Obstina) des Dorfes Rozanstvo deckt überall die Täler die Tuffitregion der Ophitformation. Der östliche und südöstliche Rand des Serpentinmassivs von Zlatibor ist hier in sehr ähnlicher Abwechslung ausgebildet, wie im Süden, Westen und Nordosten längs dem Lim und der Drina, Diabas, Serpentin, Gabbro und Porphyrit zusammengefaltet, mit Kalk- und Mergelbänken wechsellagernden, hornsteinführenden und Radiolarien enthaltenden Tuffit und mit grünlichgrauen Schiefertone begleiten die Täler des Zusammenflusses des Uvač, Marica und Tisova und die linksseitigen Graben des Velki Ržav. Gegen Osten hin befinden sich die sichtbaren Schluchten des Ržav mit grosser Wahrscheinlichkeit im obertriadischen Kalk, der die aus dem Maricatal bis hierher sich erstreckenden metamorphisierten paläozoischen Schiefer deckt.

Die Javor-, Mučanj-, Kukutnica-, Bjeluski višovi- (1465, 1517, 1463, 1158 m.) Kalkplateaus fallen mit ihrer ursprünglich zusammenhängenden und auch jetzt nur in der Tiefe der Täler unterbrochenen Decke bis Užice, bis zu dem in 800 m. abs. Höhe befindlichen Ljubanje-Plateau ab und von hier umgibt diese Decke gegen die Tara planina hin in geschlossenem Ring das Zlatibor-Ophitmassiv. Auf den Contact zwischen dem Ophitgebiet der Gegend des Velki Ržav und den paläozoischen metamorphisierten Schiefen schob sich der Triaskalk längs dem Weg zwischen Novavaroš und Užice ebenso drauf, wie längs dem Lim, der Višegrader Drina und längs dem Bijeli Ržav. Isoliert sitzen auch die von der großen Kalkdecke losgelösten Steintafeln westlich vom Weg auf dem Ophit; solche sind gleich um Novavaroš die Kalktafeln vom Zlatar planina (1476 m.), Kozomov (1376 m.) (Profil 11.). Das Triasalter dieser beweisen ihr Erscheinen als weiße Algenkalke und noch mehr die in ihrem Liegenden sichtbaren schwarzen Plattenkalke mit Kriechspuren (Schizokorallium) und die Bänke von Guttenstein Typus. Auch die im Uvač und Velki Ržav-Tal gelegenen großen Kalkschollen sind von der großen Trias Tafel abgerissene und mit den späteren tektonischen Bewegungen tiefer hinabgelangte, oder mit den die Talaushöhlung begleitenden abgerutschte Streifen. Derlei isolierte Kalkpartien finden sich auch im Ljubis und im Katurnica-Tal zwischen 700—800 m. am Tuffit und am Massiv des Zlatibor in kleinerer und grösserer Ausdehnung auf den umgebenden 1200 m. Anhöhen.

Am Novavarošer Sattel und im Ljubiskatal, einige Km. westlich der Gendarmerie-Kaserne, fand ich eine mylonitische Breccie zwischen dem Tuffit-Ophit und dem Kalke mit dem gemengten Material dieser, was das Daraufgleiten des Kalkes auf den Ophit beweist.

Auch jener problematischen Kalkklippen ähnliche finden sich hier im Ophit, welche in der Gegend von Priboj und Prijepolje auf den hohen Felsenkämmen Bić planina Banjska stijena, Sokolac, Oštrik, Červena stijena etc. (Profil 27—28.) aufliegen. Von der am Ophit ruhenden Kalktafel der Gemeinden Zeljin-Trnava schiebt



sich der mit den Gipfeln Borkovac-čuka (1208 m.), Bojiste (1090 m.), Šandac (1172 m.) gekrönte lange schmale Kalkausläufer auf die Masse des Zlatibor drauf.

Von Rožanstvo aber, wo ich im Kalk Fossilien von Raibler Typus fand, reicht gegen den 1036 m. hohen Lepoglav hin ein solcher Kalkabschnitt, wie die Zug des Vlki Stolac, Janjač und Gostilje, welche auf den Ophit hinaufgeschoben sind, auf dem aus der Tara-planina sich verzweigenden Niveau. (Profil 31.)

Auf dem 35 Km. langen Weg zwischen Navavaroš und Užice bewegt man sich in den Tälern constant auf Diabas, Diabasporphyr und seltener auf Serpentin-Peridotit. Diese Gesteine sind die wechsellagerungen des Tuffites, der dunkel rotbrauner, kieselige Radiolarien enthaltende Schiefer, der rote und grünlich-graue Schiefertone, Radiolarien führende gelbe Mergelplatten und Bänke, Kalkschiefer der Grestener Schichten der Karpaten-ähnlich, dunkelgraue und schwarze oolithische Kalkbänke eingeschaltet. Namentlich im Ljubiska-Tale, auf der bei der Gendarmarie-Kaserne vorüberführenden Landstrasse, an beiden Seiten oberhalb der Brücke, sieht man die bunten Gesteinsabänderungen der Tuffitformation.

Unter ihnen tritt im ersten linksseitigen Graben mit Sternfeldspat-Zwillingen erfüllter Diabasporphyr im dichten Diabas hervor, der mit dem Steinleisten Porphyr zusammen bis zu dem oberhalb des Ljubis zum Borkovac čukae sich erhebenden Sattel hinaufreicht. Der Bach Ljubiska transportiert aus diesem Graben die Varietäten des Diabas, unter diesen auch mandelsteinartige Gesteine. Aus dem Katušnica-Bach, gegen das Dorf Drenova vorgehend, trifft man in Diabas und Tuffit einen 1.5 m. mächtigen Amphibol-Biotit-Porphyr-Decke mit SW—NO-licher Erstreckung.

In der Gemeinde Trnova von dem Krmeljak-Kalkgipfel verschwindet der im Ophit fließende Bach unter der Landstrasse in einem Ponor, indem er den Prištaničatal zustrebt. Unter den Kalkwänden des Ponor tritt der schwarze Diabas hervor.

Aus dem Ljubiškatal und von den Anhöhen über den Rožanstvo-Gemeindehaus wenden sich die glatten abgerundeten Gipfel des Zlatibor mit dem morphologischen Typus der aus massigen Gesteinen bestehenden Massive uns entgegen. Wir haben hier dasselbe Bild vor uns, wie ich es vom Šargan-Sattel von der Seite des Zborište (1530 m.) sah.

Das Massiv des Zlatibor ist auch hier von tieferen Niveau des Tuffitringes umgeben; das tiefer gelegene Terrain umfasst die draufgeschobene Triaskalktafel wieder mit höherem Rand.

Nördlich der Gemeinde Rožanstvo, am Kopf der gegen Djetinja hinziehenden Gräben, zeigt sich die Ophitbildung. Die in der Nähe dieser befindliche Grenze lassen die vielen Halbjaspis-, Hydroquarzit- und Chalcedon-Stücke vermuten, die bis zu kopfgrossen Stücken herumliegend, mit der tertiären Decke in Verbindung den mit Pečina, Jezerina, Rudinica, Sukino brdo und Poljana bezeichneten 800—900 m. hohen Rücken bedecken.

Von allen Seiten, wo wir den Zlatibor betrachten, zeigt er uns mit seinen sanft abgerundeten Konturen dasselbe morphologische Bild, doch mit seinen aus dem Tal steil sich heraushebenden Gehängen. Mit dem Drócsa-Gebirge des Arader Comitatus und den Diabasbergen des Weissen Körös-Tales im siebenbürgischen Erzgebirge erweckte der Zlatibor eine lebhaftere Ähnlichkeit in meiner Erinnerung. Auch die gemeinsame Zusammenfaltung mit dem Tuffit und der Trias ist mit dem Diabas-Tuffit Flysch und dem Stramberger-Kalk des Drócsa-Gebirges mit gleicher tektonischer Rolle von homotaxialer Verwandtschaft. Es ist dies ungefähr gleichbedeutend



mit den Resultaten der petrographischen Untersuchungen SIGMUND SZENTPÉTERY'S, mit denen der auf die Übereinstimmung in jeder Hinsicht der Diabase und Gabbro's des Zlatibor-Gebirges mit den von ihm beschriebenen Gesteinen aus dem siebenbürgischen Erzgebirge, namentlich aber aus dem Drócsa Gebirge verwies. Ja er ging in der Erwägung der grossen Ähnlichkeit so weit, dass er geneigt war den serbischen Ophitbildung auflagernden Triaskalk, den er nur aus der milonitischen Breccie kannte, mit dem Tithonkalk des siebenbürgischen Erzgebirges zu identifizieren.<sup>30)</sup>

b) *Der Ophitzug der mittleren Drina und der Kolubara, der Berggegend zwischen der westlichen Morava.*

In viel grösserer Länge, aber in geringerer Gleichartigkeit, wie die Ophitmasse des Zlatibor, breitet sich der zweite grosse Ophitzug im mittelserbischen paläozoischen Grundgebirge aus. Ein sich heraushebendes einheitliches Gebirge baut er nicht auf, sondern trägt in allen seinen Teilen, auch in seiner Mitte, Triaskalk-Kämme und oberkretacische Decken auf sich. Serpentin Peridot-Gesteine sind in ihm mehr verbreitet, als der Diabas und seine Porphyrite.

Diesen Ophitzug beging ich kreuz und quer, ich fand in ihm den Tuffit vorherrschend, der mit zwar vollständig übereinstimmenden Gesteinen nicht von so abwechslungsreicher Zusammensetzung ist, wie die Gesteine der Umgebung des Zlatibor-Gebirges. Seltener erscheinen die starren, dunkeln, hornsteinführenden, kieseligen Radiolarien führende Tuffite, an mehreren Stellen aber wechsellagern sich mit Phyllit und graphitischen Schiefern. In ihnen sind auch Quarzporphyr- oder Quarzporphyrit-Intrusionen, die Gabbro-Durchbrüche sind seltener, aber auch hier erscheinen sie nahe der Grenze des Paläozoikums. Am D. Žarožje, Tara, Makovište, im Nordwesten in der Quellgegend des Ljubovija-Tales, im Schutt des vom Jagodnja-Plateau herabstammenden Kolarica-Baches sah ich bei unserer Drinatal-Reise Serpentin. Im oberen Teile der östlich von hier folgenden Užovnica- und Gračanica Postenjska-Täler unterhalb des Jagodnja-Plateaus verbreitet sich der Ophitzug immer mehr. Der Kopf und die Öffnung dieser Täler befindet sich in paläozoischen Schiefern, in ihrem mittleren Teil kreuzen sie den aus Tuffit und Diabas-Serpentin bestehenden Ophitzug.

An das permocarbon Kalkplateau, das zwischen den metamorphen Schiefern des Jagodnja liegt, schliesst sich mit südöstlichen Auslängen die wahrscheinlich triadische Kalktafel von Sokolska, Rožanj und Zelenik an und sich verschmälernd, erstreckt sie sich bis zu dem südlich der Ortschaft Pečka gelegenen Sattel Sregevi. Beim Dorfe Ober (gornja)-Poštenje (Profil 15.) sitzt am Karebo-Gipfel Serpentin, Diabas und lichter Dolomit und auf diesem weisser dichter Kalk. Das Liegende des Dolomites ist ein überaus gefalteter dunkler Tonschiefer und dünnplattiger, gleichfalls stark gefalteter dunkler Kalk. Ich konnte es nicht herausbekommen, ob diese stark gefalteten schieferigen Schichten unter dem Triaskalk und Dolomit zum Tuffit gehören oder aber in Vertretung der Werfener Schichten und des Guttensteiner Kalkes der unteren Trias angehören. Das konnte ich nicht klären, ob der Diabas, der zwischen den metamorphen paläozoischen Schiefern und dem permocarbon-Kalk des Jagodnja und dem Algen führenden Triaskalk des Sokolska Žareba

<sup>30)</sup> Pag. 107 (22), 110 (25), 123 (38), 131—133 (47—48) des Berichtes (ung.).



auftritt, die dunkeln kalkigen Schiefer durchbricht, oder nicht. Das aber kann ich behaupten, dass sich ein Trachytartiger Dyke am Diabas und dem draufsitzenden dichten triadischen Algenkalk am Weg heraushebt.

• Im linksseitigen Seitengraben von Ober-Poštenje stieß ich auf eine verlassene Bergbau-Colonie. Oberhalb des Dorfes öffnet sich im Serpentin-Diabas ein unbefahrbarer Stollen, im oberen Teile des Grabens reichen kurze Schurfstollen am horizontalen Kontakt des lichtgrauen dichten Kalkes und des Diabases in den Kalk hinein. Die eingehende Untersuchung der geologischen Verhältnisse der Gegend von Poštenje wäre von grosser Bedeutung, weil sie berufen ist, die Alters- und Lagerungsverhältnisse zwischen den paläozoischen metamorphen Schiefen und der Ophitformation klarzustellen. An einem Tage mit gebundener Marschrute im Regen von Krupanj bis Ljubovija reisend, war es uns unmöglich hier längere Zeit zuzubringen. Die möglichen verschiedenen Erklärungen faßte ich in den beigelegten Zeichnungen zusammen. (Profile 15—16.)

Vom Sregjevi-Sattel, von Pečka herkommend, sich herablassend, gelangen wir ungefähr in die Mitte des Ljubovija-Tales herab und befinden uns am Serpentinvorsprung. Bei den Mühlen unterhalb der 744 m. hohen Bergspitze Visibaba tritt in cc. 350 m. abs. Höhe Diabas mit lichtgrauem, kataklastischem Kalk zusammen auf. An der Südseite des Sregjevi-Sattels treten noch schwarze kalkbankige, paläozoische Schiefer mit südlichem steilem Einfallen auf. Die Grenze der Ophitbildung befindet sich im Grunde der auf den Sattel hinaufführenden Bergkante, am Anfang des nördlich der Mühlen sich erhebenden Grabens aber kaum  $\frac{1}{2}$  Km. oberhalb der Einmündung findet man an der linken Grabenseite das Mundloch eines kurzen Stollens, in dem sich erst dunklem paläozoischen Kalk am Kontakt mit dem Ophit zeigt, darüber sitzt eine Gabbroverzweigung an der Grenze beider Bildungen. An den, aus dem Stollen herausgeworfenem quarzigen erzführenden Gesteinstücken sah ich Azurit, Malachit, Chalkopyrit und Pyritspuren. Eisenvitriol überzieht die Wände des Stollens. Unterhalb der Mühlen stößt aus den serpentinischen Diabas ein weisser Kalkfelsen scharf hervor, an dem ich ein steiles nördliches Einfallen zu erkennen glaubte. In seinem Hangenden liegt gefalteter, dünnbankiger, hornsteinführender Kalk, der mich an die Grestener Schichten der Karpaten erinnerte. Es ist dies ein solcher, wie ich in neben dem Tuffit am Sattel Bobija Tarnička sah. Ich schloß daraus, daß der im Diabas-Tuffit neben den Mühlen sitzende weisse Kalk, Quarzit und der rote Sandstein mit der Visibaba-Bergnase an dem Orovačka (Babija Tarnička) Klippenzug hin nach Südost bis zum Poveljen-Gebirge ziehen.

Ähnlich diesem fällt der weisse Kalk des Prokop-Gipfels oberhalb dem Sregjevi-Sattel in jenen Zug, der den Rožalj nach Südosten hin an das Streichen der Kalkklippen des Medvednik Jablanik bindet. (Profil 6.)

An der Ostseite des 688 m. hohen Gipfels des Prokop sitzen zwischen nach Südost einfallendem dunkelgrauen Schiefertone und graphitischem Tonschiefer dunkelgraue Kalkblöcke und weisser Quarz. Schwache Pyrit- und Chalkopyrit-Erzanreicherung zeigt sich im grossen Aufschluss, der sich im gleitend-zusammenbrechendem Abriß befindet.

Zwischen dem Sattel und der Prokopspitze taucht im paläozoischen Tonschiefer in einem kleinen Aufbruch weisser dichter Kalk hervor, der uns an den Jadar-Belovačka-Tal bekannten und als unterdevonisch horizontierten weissen Kalk erinnerte.

Die gestörte nördliche Grenze der paläozoischen Metamorphschiefer und des



Ophitzuges, habe ich in unsicheren Aufschlüssen weiter nach Südosten in der Umgebung von Stave und Rebelj verfolgt.

Das Kleine und Grosse Medvednikgebirge, sowie die Gebirgszüge des Kleinen und Grossen Jablonik, beherrschen die Umgebung mit ihren waldbedeckten in 1246 m. und 1308 m. Höhe kulminierenden Hochflächen. (Profil 14.)

Die gewaltige Kalkklippe des Grossen Medvednik und das ca 4 Km. lange Kalksteinrücken der Jablonikkette bilden mit einander parallel laufende Züge. (Profil 6.)

Die Gruppe der Kalkklippen des Medvednik und Jablonik, welche ähnlich wie die Kalkklippen des Siebenbürgischen Erzgebirges und der Nordwestkarpathen in Flysch sitzen, welche die breite zwischen Ljubovija und Jadar-Kolubara liegende breite Wasserscheide mit zahlreichen isolierten Kalkklippen und Klippenzüge zur abwechslungsreichen orographischen Gestaltung bringt.

Hier in Serbien wird aber die Einreihung dieser Kalkklippen in Geologische Systeme noch viel schwierigere Aufgaben als dort bieten, weil die zwischen den metamorphisierten paläozoischen Schiefer auftretenden Permokarbonische Kalksteine dieselbe äussere Morphologie zeigen, als die mit den ins Tuffit eingefaltete und mit den Tuffiten wechsellagernden triadische und mit den Tuffiten gleichalterigen Kalke.

Die Erkennung zwischen die Ophitformation und Paläozoikum bestehenden Verhältnisse wird besonders durch den Umstand erheblich erschwert, daß die Triasdecke aus der Richtung von Valjevo im Gebiete der Gemeinden Dubravić und Brezovica, auf der Kontaktzone der Ophit und des Paläozoikum sich aufschiebt, dabei auch die massigen oberkretacischen Kalken, in kleineren und grösseren Decken die Tuffite die Paläozoische Schiefer überlagern.

Der dunkelgefärbte permokarbonische Kalkstein kann schon in Handstücken leicht erkannt werden, während bei der Unterscheidung der dichten Kalksteins-varietäten der triadischen und oberkretacischen Ablagerungen, auch die unter Mikroskop geprüfte Dünnschlieffe derselben in Betracht gezogen werden müssen. Diese Schwierigkeiten werden auch noch durch den Umstand erhöht, daß wie ich es schon oben erwähnt habe, zwischen den Tuffiten auch Streifen von phillitischen Tonschiefer auftreten, ferner dadurch, daß bei den Klippen auftretenden verwitterten Quarzporphyr und Quarzporphyr Eruptivum von den klastischen Quarziten nicht auf erstem Blicke zu unterscheiden sind.

Vom Wassergebiet des Ljubovija-Tales bis zum Südfusse des Kalkplateaus von Valjevo ist die nördliche Grenze des Ophitzuges gegen den metamorphisierten paläozoischen Tonschiefer hin ganz ungewiß. Ich kann hierüber nichts weiteres sagen, auch über die weitere ost-südöstliche Fortsetzung nicht über die Bukovska planina, Maljen, Siljek, Suvobor-Gebirge hin bis zu ihrer Endung bei Gornji—Milanovac.

Ich kann darauf hinweisen, daß während dieser Ophitzug am Wassergebiet der Ljubovija vorherrschend aus Tuffitschichten besteht, vom Sattel Debelo brdo nach Osten hin die massigen Eruptivgesteine die herrschende Rolle übernehmen und dieselbe bis Gornji—Milanovac beibehalten. Namentlich der weisse Magnesit-aderige und mit rauhen Rissen im glänzenden Magnesit verzweigende, mit Bronzitkrystallen erfüllte Serpentin-Peridotit nimmt zusammenhängende grosse Gebiete ein. Kugelig sackförmig sich ablösende Partien sind gleichfalls häufig. Gesteine von Diabas-Typus kann ich von den folgenden Punkten des Ophitgebietes aufzählen. Vom Sattel zwischen den von oberkretacischen Crinoidenkalk gebildeten Spitzen des Povljen-Gebirges, wo dichter Magnetit und Pyrit führender Diabas auftritt. Am südlichen Fusse des Triaskalk-Plateau der Bačevačk planina ist ein Porphyrit vertreten; dieser



gehört zur Ophitmasse der Bukovska planina und begleitet deren nördliches Gehänge im Gradač Zabala-Tale gegen den 942 m. hohen Gipfel von Kraljevo brdo hin. Am Südabfall der Bukovska planina sitzt ein ophitischer Augitdiabas im lerkolitischen Serpentin, veränderter Porphyrit und Uralitgabbro tritt am Sattel der Bukovska planina auf. Häufiger fanden wir Gabbro auch in diesem Zug. Nahe der Makovište-Gendarmarie-Kaserne am Kopf des Rogačiča-Tales, oberhalb der Schlucht des Dorfes Zarožje ziehen grosse Diallagkristalle enthaltende Gabbro-Verzweigungen nach Nordwesten auf die Wasserscheide des Ljubovija-Tales gegen die Tissova glavica Spitze hin. Südlich der Gendarmarie-Kaserne an der Strasse sammelte ich im Serpentin und Tuffit, Magnesitaderigen Diabas und Gabbro. (Siehe auf einen Teil der Bestimmungen bezüglich die Studien SIGMUND SZENTPÉTERY's Pag. 34—36.).

Die Gesteine des Ophitgebietes zwischen Ljubovija—Gornji—Milanovac sind dieselben, wie die des Zlatibor-Massivs. In den Tuffiten sind ebensolche dunkle oolitische, kieselige Kalke, Mergel, Schiefertone, mergelige Fleckenkalk zwischenlagert; in guten Aufschlüssen sind diese zwischen den Gemeinden Tubravić, Rebelj und Vujinovača zu sehen. An der Račina-Seite sah ich eine in Betrieb gestandene Kupfergrube, hier sind die Tuffitschichten in Serpentin und Diabas eingeschlossen.

Steil, fast vertikal gestellte, nach Süd und Nord geneigte Fleckenmergel und Kalkplatten sind bei den Ruinen des Schmelzofens sichtbar, wo schwarze Kalkbänke dunkelbrauner, kieselige, Radiolarien führende Schichten und dunkelgrüner Schiefertone wechseln mit einander. Das zwischen den Tuffit eindringende feinkörnige, ja dichte, verwitterte dunkle Eruptivum scheint der an den grossen intrusiven Verzweigungen der Lagergänge auftretende Quarzkontakt als Erzführer zu fungieren. Es mag indeß sein, dass der ober der Kirche von Pustinja (Profil 8—6.) unterhalb der Gemeinde Vujinovac im Tale zutage tretende Quarzporphyr, der am Jablanik-Rücken am Medvednik auf den Triaskalk mit ihrer Kontaktwirkung angriff in der Grube von Rebelj den Grund zur Erzausscheidung abgab. (Profil 47.)

Eine ähnliche geologische Situation wie bei Rebelj finden wir im Walde der Gemeinde Brezovica, wo am Nordabhang des Povljen-Gebirges die aufgelassene kleine Kupfergrube am Višberge sich befindet. Auch hier bewegte sich der Bergbau in den im Tuffit sitzenden Fleckenkalk und Diabas-Ablagerungen.

Obwohl ich meine Untersuchungen nicht ununterbrochen fortsetzte, kann ich doch sagen, dass zu diesem Zuge noch auch das, in der Ovčar—Klissur nahe der Einmündung der Djetinja—Moravica Täler in die westliche Morava isoliert auftretende Serpentin-Ophit-Gebiet gehört. Die Kalkmasse des Ovčar—Kablar wird von der Moravica in der Mitte entzwei geteilt. Hier hat man eine wahre „epigenetische“ Schlucht vor sich, deren Entstehung vorhergegangenes verborgenes Höhlenwasser erklärt und der Einsturz unterirdischer Hohlräume verständlich macht.

Die Umrisse des Gipfelpaars Kablar (902 m.) und Ovčar (993 m.), skizzierte ich in der beiliegende Zeichnung. (Figur 4. und Profile.) Sie heben sich ungefähr 200 Meter über die umgebende Abrasionsfläche heraus. 600—700 Meter hohe Kalkwände erheben sich vom Fluss gegen die gegenüberliegenden Spitzen.

Dieses merkwürdige Kalkklippenpaar sitzt im Serpentin-Tuffit, ein dichter Wald bedeckt seine steilen Abhänge und seiner eigentümlichen Lage, als selten schöner landschaftlicher Punkt wurde er seit langem in der Liebegefühl für Schön-



heiten der Natur der Bewohnerschaft zum Ort der Pietät gestempelt. Hievon legen die in der Ovčar-Klissur erbauten Kaluger-Kloster Zeugenschaft ab.<sup>31)</sup>

Den geologischen Bau der Ovcar-Klissur illustriert die Zeichnung (Figur 4.) Von Požega her kommend erreichen wir unmittelbar bei der Eisenbahn-Haltestelle Ovčar-banja den Kontakt, das dem Serpentin aufliegenden weissen Kalkes unterhalb der Kablar-Spitze.

Der Tunnel unterhalb des Blagostenje Klosters geht durch mit graphitischem Phyllit und Arkosenquarzit vertikal lagernden dunkeln permocarbonischen Kalk durch. Dieser Kalk fällt mit 70—80° nach 10<sup>h</sup> ein, wie ich dies am Kopf der Eisenbrücke vor der Bahn-Haltestelle beobachtete. Zwischen dem Tonschiefer beobachtet man hier oolitische, feinkörnige, dunkle Kalkplatten. Die eiserne Brücke überspannt ein in die Seite des Berges eingehauenes Steingewölbe, welches den Zweck hatte, aus der westlichen Morava vom Dorfe Jančić her mit einem Tunnel in das Tal Djetinja Moravica zu führen und dem hier projektierten Kräfteentwicklungs Anlage Wasserkraft zuzuführen.

In NNW—SSO-licher Streichen zieht der phyllitische Tonschiefer, Graphitschiefer und Quarzitsandstein mit der Kontaktfläche der schneeweissen dichten Kalke in die Höhe der Ovčar und Koblar-Spitzen. An diesem Kontakt entspringen schwache 31·8—35·6° C Temperatur zeigende Quellen, die ein primitives Bad speisen.

Die Mächtigkeit des weissen Kalkes schätze ich auf 300—400 m. Im Flussbett sieht man die Serpentin und Diabasgesteine des Ophit-Eruptivums; dunkelbraun-roter mangan- und eisenhaltiger Tuffit und mit diesem wechsellagernder dunkler Kalk, mit dem massigen Gestein zusammen gefaltet liefern das Liegende des weissen dichten Kalkes. Diese heben sich von Osten her zu beiden Seiten auf den Ovčar Kablar weit hinauf und überdecken den Kalk.

Nach dreimaligem Besuch konstruierte ich den beiliegenden Durchschnitt zur Veranschaulichung der geologischen verhältnisse der Klissur. (Siehe die Profile 36—38.) Unterhalb der Klissur schnitt sich in grossen Windungen in den kugelige Ablösung aufweisende Serpentin die Moravica-Djetinja bis zur Einmündung in die westliche Morava ein.

In der südöstlichen Verzweigung des Ophitzuges an der Endigung der Bukovska kann ich von der durch den Despotovica-Bach unterhalb Gornji Milanovac aufgeschlossenen 2—3 Km. langen Enge erwähnen, dass diese massigen Peridotit-Serpentin aufschliesst. Magnesitische, kalkige Adern sind reichlich in ihm vertreten, am unteren und oberen Ende der Serpentinmasse befinden sich in gelben Hohlräumbänken Hydroquarz-Ausscheidungen und Hohlräum-Ausfüllungen, die die Produkte der posthunen vulkanischen Thermen repräsentieren. Derartige Hydroquarzit, Halbjaspis, Chalcedon etc. Bildungen finden sich auch zwischen Kosjerice und Subjel reichlich im Serpentin, (Profil 11.) sowie nördlich von Košjerici an der Valjevo-er Landstrasse und zwar in einem tertiären Becken oder in dessen Umkreis. Nördlich von Košjerici zwischen den Ortschaften Brajkovici und Sklakavci beisst beim 109 Km. Zeiger der Landstrasse ein kleiner weisser Kalkfelsen von kataklas-tischer Struktur in der Talebene aus und 1 m. starker Lerzolit-Dyke sitzt in ihm.

Die östliche Verzweigung des Serpentin-Peridotit-Rückens des Bukovska-Maljen verschmälert sich unter den oberkretacischen Decken. Von hier haben wir

<sup>31)</sup> Am Fluss abwärts liegen an der linken Seite die Klöster Blagoštenje, Preobaženje, Nikolaje, Saveselenje, an der rechten Seite hoch oben am Gehänge des Ovčar Trojica und Strenje, Jovanja aber befindet sich in der unteren Öffnung der Klissur.



sehr wenige Beobachtungen. Auf dem Gebiete der Gemeinden Brežgje und Planinica konnte ich in diese Verzweigung Ausflüge machen.

In Brežgje nächst der Gendarmerie-Kaserne wechselt Diabas und phyllitischer, grüner Schieferthon mit calcitaderigen Kalkbänken. Der nördlich an der Wendung des zur Mionica ansteigenden Weges auftretende, mit Calcitadern reichlich durchgezogene lockere Schieferthon deutet auf eine Quellenbildung hin, als ob in dieser Gegend die Grenze zwischen dem Ophit und dem Paläozoicum wäre. Über den hin und her verbrochenen Serpentin, Diabas, Tuffit und den Kalkbänken von ungewissem Alter (permocarbon oder Trias) liegt die Fossilien führende Oberkreide des Klikberges ruhig und ungestört. Das tiefe Tal der Gemeinde Planinica erschliesst unter der mit Dolinen bedeckten oberkretacischen Kalkdecke Diabas. Auf diesem, auf das Plateau des linksseitigen Ravna gora-Berges führenden Weg sitzt Serpentin, sternplattiger Diabas-Porphyr und Gabbro neben Tuffit und Arkosensandsteine im Serpentin.

Beachtungswert ist jener edle Serpentin, den in der Gegend von Zvornik mit dem Granit-Lakkolit des Boranje-Gebirges mit metamorphosiertem Schiefer, Quarzit und Kalkstreifen parallel GABRIEL STRÖMPL und mein Sohn LUDWIG v. LÓCZY jun.<sup>82)</sup> beobachteten. (Profil 43—44.)

An der linken Seite der Drina, um die Einmündung in das bosnische Jadartal herum, zeigt sich Serpentin und Tuffit.

Schliesslich muß ich noch auf die kleineren Serpentinegebiete hinweisen, die bei Belgrad und in der Gegend von Arangjelovac vorkommen. (Profil 46.)

An den westlichen südlichen Gehängen des Avalaberges vergesellschaftet sich kugelige Ablösung zeigende mit Magnesit und Kalk überzogener, glänzender Serpentin mit tuffitischen Schieferthon, die Erzgrube von Ripanj Avala befindet sich in diesem. (Profil 56—57.) Südlich von Arangjelovac, an der nach Rudnik führenden Strasse, zwischen den Gemeinden Lipovac und Brezovac taucht typischer Serpentin hervor.

Von KARL SOMOGYI kann man nähere Daten über das Serpentinterrain von Belgrad erwarten, da er vom Obercommando betraut, mit grosser Hilfeleistung im Sommer des Jahres 1919. den geologischen Aufbau der Gegend studierte.

Über die Ibar-Umgebung und die Gegend von Kraljevo enthalten die Berichte THOMAS SZONTAGH'S<sup>83)</sup> und ÁRPÁD ZSIGMONDY'S vom Jahre 1919 Daten. Der Hydroquarzit der Gegend von Vrjačka banja scheint der Begleiter des Kontaktes zwischen den dortigen Serpentin und dem paläozoischen Schiefer zu sein, ebenso wie jener kleine Serpentin-Ausbiß, welchen ich zwischen Čačak und Guča am Jelica-Rücken sah.

#### 4. Über das geologische Alter der Ophite.

Seit A. BOUÉ sind sämtliche Reisende einig darüber, dass der Serpentin und der Tuffit in Serbien zusammengehörige Bildungen sind.<sup>84)</sup>

Über die Aufeinanderfolge der Eruptivbildungen und der Tuffit hornsteinschieferigen Schichten aber äussern sie sich präziser nicht. Meine Beobachtungen führten mich zu der Auffassung daß der Diabas und Porphyr die tiefer liegenden massigere

<sup>82)</sup> Siehe den gegebenen Bericht.

<sup>83)</sup> Siehe Szontagh's: Bericht. p. g.

<sup>84)</sup> A. BOUÉ 1. c. p. 213—221., F. KATZER: Comptes-rendus IX. int. Congr. géol. p. 134—137. u. 61. Bd. p. 251—256, 272—277. F. KOSSMAT: Bericht d. math. physik. Classe d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 68. Bd. p. 162-165. F. NOPCSA Földt. Közl. 64. Bd. p. 228—229.



Kerne abgeben, auf diese folgen dann in der Reihenfolge: die dunkel braunroten, feinkörnigen, kieseligen, manganhaltigen, würfelförmig zerfallenden, schieferigen, Radiolarien führenden Schichten (nach A. Koch die regenerierten Porphyrtuffe des Hegyes-Drócsa-Gebirges) und grünlichgraue Schiefertone, auf diese dann Tonschiefer von Flyschtypus, roter Schiefertone, calcitaderige politische, feine Algenröhren zeigende, dunkle Kalkbänke, gelbe und graue kalkige, Mergelschiefer, bläulichgraue gefleckte Kalkplatten, die aus dem Karpatensandstein bekannten Zwischenlagerungen, ja an die Liasablagerungen der Nordwest-Karpathen erinnernde chloritisch-sericitisch überzogene kalkige Platten, auch die Grestener kalkig-phyllitischen Schiefer kommen vor, zu oberst dann schließt der Diabas-Serpentin mit rotem und braunen Sandstein von verschiedener Mächtigkeit und verschiedener Korngrösse ab.

Conglomerat, oder ein grobes klastisches Gestein kenne ich aus dem Tuffit nicht; die tuffitischen Kalkbreccien, die T. KORMOS zwischen Plevlje und Prijepolje fand, sowie die in der Gegend von Novavaroš im Ljubiskatal und in Kula von mir gefundene Breccien betrachte ich als mylonitische Gestaltungen „Charriage Breccien“, die bei der Daraufrutschung der Triaskalk-Decken auf den Tuffit zustande kamen.

All diese geschichteten schieferigen Gesteine sind mit den Diabas-Serpentin-Peridotit-Massen zusammen gefaltet. Das relative Alter der Zusammenfaltung festzustellen ist nicht leicht, denn die Diploporenkalke der Trias mit den Werfener Schichten, ja auch Oberkreide — Schichten sind der Ophitformation eingefaltet.

Meinen Erfahrungen nach durchstießen die Gabbro-Intrusionen die Ophitbildung, die tektonischen Vorgänge waren also nicht gleichzeitig, sondern in der mezozoischen Periode wiederholten sie sich, ja auch zur Tertiärzeit hielten sie an, wie ich das weiter unten darlegen werde. Das Erscheinen der Hydroquarzte, die Häufigkeit der Gabbro-Intrusionen nahe der Grenze des Paläozoikums und des Ophites, sowie in den höher gelegenen tertiären Becken, auch die in Decken erscheinenden melinitischen Kerne: Halbjaspis, Chalcedon, Feuerstein, Ausscheidungen verweisen auf spätere posthume Bewegungen und auf postvulkanische Wirkungen.

Es war davon die Rede, dass die auf der Tara planina, Ponikve, Stapari, am Ljubjen-Plateau liegende mächtige weisse Algen, Diploporen und Megalodus führende Kalkmaße mit Vermittlung der Werfener Schichten und der schwarzen Guttensteiner Schichten den paläozoischen metamorphen Schiefern konkordant aufliegt. Ferner verwies ich auch darauf, daß die Triasdecke auf den Tuffit-Serpentin, daraufrutschte und seine Grenze mit dem Paläozoikum verdeckte. (Profil 34, 35, 53, 51.)

Auf dem Ljubanje-Plateau, wo auf der gegen Užice hin gerichteten Seite die in das Städtchen Cajetino führende Landstrasse bei der in Trümmer gehenden Schanke vorbeiläuft, sammelte ich zwischen dünnbankigem grauem Kalk grünen und grauen Schiefertone lichtgrauen kreideartigen Mergel und zwischen diesen Gesteinen splitischen Augit-Diabas.<sup>35)</sup> Sehr schlechte Aufschlüsse lieferten diese Gesteine in dichtem Wald liegenden Gruben, in denen der Mergel ausgegraben wird. An diesem Orte aber liegt ein Vorkommen der Tuffitbildung über die obertriadischen Kalktafel.

Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, daß eine hier gefundene herumliegende weiße, mergelige Kalkplatte mit ihre Muschell schon der tertiären Ablagerung des Plateaus angehört, welche Ablagerung unweit von hier von großer

<sup>35)</sup> Siehe SZENTPÉTERY'S Daten pag. 135. auf das Gestein No. 33. bezüglich.



Verbreitung ist. Hiemit würden sodann die Halbjaspis- und Feuerstein-Stücke, sowie auch der Diabas als klastische secundäre Einschlüsse figurieren.

Ein derartiges Tuffit-Vorkommen sah ich auf der Triastafel des dicht begangenen Tara planina, Javor-Mučanj-Gebirges nicht mehr. In Betracht zu nehmen ist aber, daß Fr. KATZER noch auf seiner ohne Erklärung im Maßstab von 1:200.000 herausgegebenen Ostbosnien darstellenden geologischen Karte auf dem 800—1000 m. hohen, aus obertriadisem Kalk bestehenden Plateau des Šemec und Tesla planina zwischen Rogatica und Vlašnica an mehreren Punkten aus Halbjaspis, Radiolarit und bunten Kieselsteinen bestehende Ablagerungen ausschied.<sup>89)</sup>

Noch eine problematische Tuffitablagerung, die dem auf dem Ljubanje-Plateau über der Trias auftretenden Ophitvorkommen gleicht, findet sich auf dem Triaskalk-Kamm des Gvozdar planina, von den Ruinen der Gnjela preseka-Schenke über Donja Žarožje bis zur Gendarmerie-Kaserne von Makovište. Südlich des Gendarmerie-Postens zeichnete ich von der über die Drenova stena führende Užiceer Landstraße die Profile 48—49.

Auf der 1040 m. hohen Anhöhe der Strasse, die unter dem Lisina-Gipfel hinführt, sind zwei steil nach Norden und Süden einfallende Kalkschichten zu sehen.

Das unter der Gendarmerie-Kaserne hinziehende Tal schnitt sich in den Serpentin ein, die steil nach Norden geneigten lichtgrauen, fast weißen Kalkbänke der 1040 m. hohen Straßenhöhe heben sich unmittelbar aus dem massigen, Bronzitkristalle erhaltenden Serpentin heraus. Der kaum 8—10 m. mächtige weiße Kalk steht von Süden her mit dem dunkel rotbraunen, starren, kieseligen (Radiolarien führenden) Tuffit in Berührung. Ein Zwischenraum von 150—200 m. trennt den neben dem Weg nach Nord geneigten Kalk auf dem kleinen Plateau der Drenova stena von einem zweiten, nach Süd geneigten weißen Kalkauftreten, welches dann mit einem gefalteten, sanft nach Nord einfallenden werfener Schiefer und Sandstein, beziehungsweise mit paläozoischen Tonschiefer sich berührt. Neben diesem südlichen Kalkvorkommen erscheint im Tuffit bläulichgrauer, weiße Calcitadern zeigender schieferiger Fleckenkalk. Die Tuffitprobe, die ich vom schmalen, zwischen den beiden Kalkbildungen eingesenkten Bergrücken brachte, erwies sich unter dem Mikroskop als mittelkörniger Arkosensandstein. Ein Gestein vom äußeren eines serpentinarartigen Diabases tritt zwischen dem Tuffit zutage, an der Grenze dieses vergesellschaftet sich der Kalk mit graulichweißen, quarzknotigem und chloritischem Glimmerschiefer.

Auffallend gestört ist diese Lagerung zwischen dem Paläozoikum, dem Ophit und der Trias. Zwischen den beiden ersteren ist ein scharfer Bruch vorhanden und konnte ich an Ort und Stelle den Aufschluß mit zwei alternativen Erklärungen der Profilzeichnung, als Antiklinale, oder als Synklinale deuten. Die direkte Beobachtung spricht eher für eine antiklinale Auffaltung. Allein die weiteren Profile des Gvozdar-Kammes südlich der Lisina Spitze in der Enge hinter der Donja-Zarožje am Abhang des Črveno Stenje (1217 m., Profil 48.) hinter der Schenke Gnjeka-preseca sah ich den Serpentin-Diabas unter der aus synklynal eingefaltetem Quarzit, Werfener Schieferton, schwarzen Guttensteiner Kalk und dichten weißen Algenkalk bestehenden Trias-Schichtenfolge zusammenhängen.

Die Einsenkung des Kammes auch an diesen Stellen schreibe ich dem Diabas

<sup>89)</sup> Vorwiegend Halbjaspise, Radiolite, bunte Kieselgesteine nach der Zeichenerklärung der Karte.



Serpentin-Tuffit zu. Das gleiche folgere ich auch auf den Felsenboden der mit Rasen bedeckte Einsenkungen bezüglich, die ich auf dem Klippenkamme der Bobia-Tarnička (Orovačka planina) sah. (Profil 50.)

Auf jeden Fall ist die hier sich überaus verschmälernde Trias in die Ophit-formation eingezwängt, was unsere Beurteilung dahin führt, daß wir die Zeit der Entstehung der Ophite in diesen Teilen Serbiens zwischen die paläozoische und mesozoische Periode reichend, vom Permocarbon bis zum Jura ausdehnen.

Diese kleineren Vorkommnisse gibt die Karte in der Nähe oligocäner-miocäner Schichten von größerer Ausbreitung an. Entweder in jüngerer Zeit sich wiederholende Ophit-ausbrüche, oder aber mit postvulkanischen Erscheinungen brachten die Hydroquarzite Ablagerungen und die klastischen Geschiebe der juvenilen Kieselsäure-Quellen die Tuffiten zur Erscheinung in diesem zweiten höheren Horizont.

Zur Zeit ist das geologische Alter und die Tektonik der serbischen, ja vielleicht der gesamten Serpentin-Regionen des Balkans ein noch ungelöstes Problem. Im Vorausgeschickten sprach ich wiederholt davon, daß der Triaskalk, ja bei Kula (Profil 19.) auch ein kleiner Fleck der Werfener Schichten auf den Diabas-Serpentin und seinen Tuffit drauf gerutscht ist, welche Tatsache uns einen guten Beweis lieferte. Es ist unzweifelhaft, daß diese Überschiebung derjenigen Triasablagerungen, die auf der terrigenen Landesausgestaltung der paläozoischen Tonschiefer und der sericitischen Quarzbreccien konkordant und mit petrografischem Übergang aufrucht, die Transgression der Oberkreide-Schichten und die starke Zusammenfaltung der Diabas-Serpentin-Tuffit-Complexe vorausging, hierüber spreche ich weiter unten noch ausführlicher. Die hypothetische geologische Erforschung hat doch wenige Daten dafür, um die mit den Regionen der paläozoischen Schiefer und der oberen Trias in Fortsetzung befindlichen, in scharfen Grenzen sich berührenden Ophite überzeugend zu horizontieren. In den Tuffiten fanden wir bis jetzt keinerlei Alter bestimmende Fossilien. Die schlecht erhaltenen Radiolarien können ebensogut aus dem Silur, wie aus dem Kreidesystem herkommen. Die Mergel von Flysch aussehen und die Fleckenkalke aus dem Horizont des Tuffites, der als mittlerer betrachtet wird, gleichen den Liasschichten (Grestener Schiefer, Fleckenkalkmergel) von Flyschtypus der Karpathen, ja den gelben Fucoiden und Tithon, Unterkreide Fossilien führenden, mergeligen (vom Äusseren des hydraulischen Kalkes) Kalken des Wiener Waldes und des Hegyes Drócsa-Gebirges.

Derlei Gesteine von jungem Aussehen finden wir indessen auch in alten Systemen. Als Beispiele mögen der dichte, weisse, Fossilien führende unterdevonische Kalk von Konieprus in den karnischen Alpen und im Jadartale dienen.

Aus dieser Ungewißheit verstehen wir es, daß die Ansichten über das geologische Alter der Serpentin-Tuffit-Bildungen des Balkans so sehr differieren.<sup>37)</sup>

<sup>37)</sup> Umständlich spricht über diese FRIEDRICH KATZER: „Über den heutigen Stand der geologischen Kenntnisse Bosniens etc.“ Compt. rend. IX. Congr. géol. internation. de Vienne, 1903. und Geolog. Führer durch Bosnien etc. KATZER nennt in seinen Arbeiten die bosnische Serpentinzone überall als mit den oberen, ja obersten Juraschichten in Verbindung stehend, ohne aber die Horizontierung der oberen Juraschichten auch nur mit den schwächsten Argumenten fixieren zu können.

FR. BARON NOPCSA stellt in seinen citierten Werken i. d. J. 1905, 1911 und 1916 den Serpentin und den Tuffit in die mittlere Trias.

F. KOSSMAT sah auf dem Megalodus führenden obertriadischen Kalk südöstlich von Sjenica den Tuffit aufgelagert und glaubte festsetzen zu können, daß nördlich von hier in der Öffnung der Uvac-schlucht unter den Hornsteinführenden Tuffitschichten tithonische Milleporidium artige Hydrokorallen



O. AMPFERER und W. HAMMER untersuchten das grosse Ophitmassiv des Zlatibor-Gebirges in seinen Verhältniß zum paläozoischen Phyllit und in dem sie den scharfen, keine Übergänge zeigenden, jede intrusive Verbindung entbehrenden Zusammenhang zwischen diesen erkannten, gelangten sie zu dem Schlusse, daß die Serpentin-Masse hier von der Reihenfolge der mit Diabas-Effusionen wechselnden paläozoischen Schiefer überdeckt wird. J. B. pag. 686. (8).

Die Geologen T. KORMOS und E. JEKELIUS bezeichnen den Tuffit zwischen Pevlje, Prijepolje, Novavaroš und Ljubis als mitteltriadisch und kritisieren auch die Beobachtungen KOSSMAT's bei Sijenica verneinend. (Siehe pag. 71 ihres Berichtes.)

Auf dieser Weise kehren die entgegengesetzten Ansichten von dem Alter des Tuffit-Serpentins von Seiten AMPFERER's und HAMMER's zur Auffassung M. KISPATIC's zurück, der in den Arbeiten der südslavischen Akademie v. J. 1886. und 1897. (Bulletin des Travaux p. 313 und 317) die Gesteine der Serpentin-Zonen der Fruška-Gora und Bosniens als archaisch betrachtet.

Dieser Ungewißheit gegenüber trotzdem, daß auch meinen Impressionen zufolge in Serbien die Ophitbildung dem paläozoischen System näher steht, als dem Mesozoikum, gebe ich, der Auffassung der Mehrheit Rechnung tragend, in der Beschreibung den ophitischen Eruptivgesteinen und ihren Tuffiten doch in der Trias-Raum.

Nicht nur die nordalbanischen Studien BARON F. NOPCSA's im Meredita-Gebirge, sondern auch GÉZA BUKOWSKI's sehr detailliert durchgeführte geologische Aufnahmen in Dalmatien<sup>39)</sup> bewegen mich hiezu. Trotzdem aber betrachte ich die Frage als ungelöst.

#### Erzvorkommnisse im Ophit.

Die Erzvorkommnisse in den Ophitregionen sind häufig genug. Ausser den Eisen- und Manganspuren, die überall in grösserem oder geringerem Masse im Diabas-Serpentin und dessen klastischen, Radiolarien führenden Tuffiten vorhanden sind und diesen ihre dunkel rothbraune Färbung verleihen, finden sich an mehreren Punkten auch Chromerz-Nester,<sup>40)</sup> ich sah aber diese nirgends in zur bergmännischen Gewinnung animierender Menge.

In der Gemeinde Brezovica, im westlichen Graben des Viš-Berges, (Profil 5.) an der nördlichen Seite des Povljen, wurden Kupfererze erzeugt. Chalcopyrit, Azurit und Bourmonit fand ich in Spuren in Rebelj an der Ostseite des Medvednik—Jablanik—Rückens, wo sich eine Kupfergrube befand. (Profil 47.) Die kostspieligen Maschineneneinrichtungen der mit grossen Kosten erbauten Hütte wurden i. J. 1918. zur Zeit meines dortigen Besuches, nach Rudnik transportiert. Der in die Tuffitformation eindringende Diabas-Porphyr ist hier der Erzführer, wie auch in der verlassenen Grube von Povljen, an beiden Orten erscheint neben dem kalkigen Flysschiefer und Sandstein das Erz.

Es kann übrigens möglich sein, daß der Quarzporphyr des großen Medvednik—Jablanik—Gebirges, der in nicht großer Entfernung von der Rebejer Grube im Tuffit häufige Intrusionen bildet die Erzausscheidung im Tuffit verursachte. Südlich

enthaltende Kalke liegen. Hieraus schliessend, versetzt er die Serpentin-Tuffit-Formation in das Hangende der aus Bosnien herüberreichenden Trias und stellte das Alter dieser Formation in das Tithon-Neocom. (l. c. p. 169—173). Dem Vorausgelassenen nach sind meine hierher bezüglichen Beobachtungen von denen KOSSMAT's gründlich verschieden.

<sup>39)</sup> Erläuterungen z. geolog. Detailkarte von Süddalmatien. Blatt Spizza (Zone 35, Col. XX.), p. 96—99.

<sup>40)</sup> Siehe ÁRPÁD ZSIGMONDY's Bericht.



des Städtchens Mionica, auf dem Gebiete der Gemeinde Planinica, ist die kleine grubenartige Schürfung der Ravna gora im Diabas. Im Liegenden der nahe gelegenen Kreidekalk-Decke nördlich der Obština des Dorfes, sitzen Gabbro-Intrusionen im Diabas. Eine Erzanreicherung sah ich auf der Ravna gora nicht; ein Unfall, der mich in der Grube ereilte und der Platzregen verhinderte mich an einer eingehenderen Untersuchung. Nach der freundlichen Mitteilung des militärischen Montanreferenten, Oberleutnant ČERMAK fand er am Kontakt des kristallinen Kalkes und Serpentin hier Roteisenerz und ausserdem brachte er auch Tetraedrit, Malachit, Azurit und ein kindkopfgrosses Stück metallischen Kupfers. Das letztere war sicherlich ein altes Hüttenprodukt.

Auch die Ripanj-Grube am Avalaberg befindet sich im Diabas-Serpentin und Tuffit; Granodiorit oder andesitische Quarzporphyr Rhiolit (Profil 56—57.) intrusionen, die aus dem Lakkolit des Avalaberges sich verzweigen, sind hier die Erzführer.

Südlich von Pečka, am Grunde des Sregjevi-Sattels, dort wo die gegen Ljubovija hinführende Landstrasse sich in das Tal hinabsenkt, wurde in einem kurzen rechtsseitigen Graben am Kontakt des in paläozoischen Schiefer eingebetteten dunkelgrauen Kalkes und des Diabas aus einem kleinen Stollen Chalkopyrit, Pyrit, Malachit und Quarzit mit Azurit gewonnen. Weiter oben im Graben erscheint am Kontakt beider Bildungen Gabbro. Die Ulmen des Stollens überkrustet Eisenvitriol.

Am Südfuße der Poveljen-Spitzen, am Gebiete der Gemeinde Brezovica (Profil 5.) besuchte ich eine verlassene Kupfergrube, auf die gleichfalls Oberleutnant ČERMAK so freundlich war mich aufmerksam zu machen.

In der Nähe der eingestürzten Hütte und der dazu gehörigen Inventarsgegenstände befinden sich am Kopfe der gegen die Kolubara hingerichteten Jablanica Poveljenska reka am Fuße der 1050 m. hohen (auf der Karte Gradina) Vorkuppe die Grube. Auf der Viš-Kuppe liegt auf dem Serpentin bläulichgrauer, gefalteter schieferiger Fleckenkalk (von karpatischen Liastypus) mit Tuffit. Die in feinkörnigem Diabas nach 14<sup>h</sup> gerichteten, eingestürzten zwei Stellen am Grunde des Grabens zeigen am Mundloch ein hartes dunkles Gestein von Diabas-Habitus.

Das aus dem Ulm (der Wand) des oberen Stollens herabgeschlagenen Gestein erwies sich bei der Untersuchung als ein feinkörniger kalkiger Sandstein. Im Schutt der Halden fand ich in einem eisenhaltigen quarzigen Gestein sulfidisches Kupfer und Eisenerz. Auch diese Grube mag mit ihrem primitivem Betrieb von geringer Bedeutung gewesen sein.

Mehr verspricht jene Grube, die am Beginn des an der rechten Seite der Drina mündenden Grabens Selanački, am südlichen Ausläufer der vereinigten Rücken Jagodnja und Košutnja-stepa oberhalb des Dorfes Lipnica ihr Mundloch zeigt. Oberleutnant ČERMAK machte mich auch auf diese aufmerksam. Nach ihm „führt ein 100 m. mächtiges, dunkles Eruptivgestein, das sich auf 3 Km. nach NO erstreckt, im Kontakt mit Kalk das Erz: Chalkopyrit. Im 4 m. mächtigen, erzführenden Gestein sind große Granaten, sowie große Magnetitstücke vorhanden“. Im Jahre 1916. fand ich die Grube von Lipnica vom Wasser ersäuft, ihre Umgebung aber auf dem von der Waldausrottung mit Unkraut überwucherten Boden bedeckt.

Die Erzführung befindet sich längs dem nach 4<sup>h</sup> gerichteten Stollen im Kontakt, welchen der Kalk mit der vertikalen (mit 70° nach SO einfallenden) dunklen paläozoischen Schiefers bildet. Granodiorit oder Granit-Intrusionen mögen die Kontakt-Erzanreicherung im wahrscheinlich permocarbonischen Kalk verursachen. Die von



Norden her aus dem Boranja-Granit-Lakkolit sich verzweigenden Intrusionen schließen also diese Grube denen der Gegend von Krupanj-Zajača an. Ich erwähne sie hier nur darum, weil in ihrer Nähe die Ophitbildungen zwischen den paläozoischen Schiefer, wie wir oben sahen, schon auftreten. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß auch sie an der pneumatolinischen Entstehung der Lipničaer Ätze einen Anteil haben.

#### 5. Das Jura-System.

Dies ist in Westserbien ebenso nicht mit Sicherheit nachgewiesen, wie in Bosnien. Hypothetisch sprechen von den Vorhandensein dieses Systems jene die sich mit der Geologie der benachbarten Gegenden befaßten.

#### 6. Kreidebildungen.

Nicht weniger bedeutungsvoll, als die im Vorhergehenden beschriebenen Bildungen, sind die am Aufbau des Untergrundes Serbiens teilnehmenden, zum Kreidesystem gehörenden Ablagerungen. Wenn sie auch nicht so große Gebiete einnehmen, wie die paläozoischen Schiefer, die Ophit und die Triasbildungen, auch nicht zu solchen Höhen sich erheben, wie die letzteren, nehmen sie darum doch an der Gestaltung des Terrainäusern stark teil, ja sie liefern eben in ihren Flecken von kleinerer Ausdehnung und ihren sich hinauf zuspitzenden Massen mehr in die Augen fallende Bergformen und abwechslungsreichere Landschaften.

In Serbien wurden die Ablagerungen der Kreideperiode von der unteren Kreide: dem Caprotinen führenden Neocom-Gault an bis zu den obersten Rudisten führenden Senon—Mästrichtien—Stufen, die dazwischen fallenden Stufen in südeuropäischer Facies, aufgefunden. Längst war aus den tüchtigen Studien ZUJÓVIC's dann KATZERS und OPPENHEIM's aus den Mitteilungen des benachbarten bosnischen Gebietes das Vorhandensein der unteren und oberen Kreide bekannt. Die detailliertere Horizontierung der Kreideschichten machte aber doch die Bestimmung der Fossilienfunde, die von der königl. ungar. Geologischen Anstalt bei den i. d. Jahren 1917 und 1918 durchgeführten Reisen eingesammelt wurden, möglich. — (Siehe LUDWIG von Lóczy JUN.'s Berichte und paläontologische Bestimmungen.)

In Westserbien teilt sich die Kreide überhaupt in zwei Gebietsgruppen. Die älteren Schichten beginnen mit schwarzen, Requinien führenden Kalkbänken und enden hinaufzu mit mergeligem, sandigem, ja groben conglomeratischem Flysch und schwarzen oder weissen, Hippuriten führenden Kalk.

Südlich von Belgrad, über die Anhöhen um Avala, Kosmaj und Arangjelovac herum erlangen die Kreideschichten zwischen dem Rudnik-Gebirge und Mionica die grösste westöstliche Breite. (Profil 45, 46, 11.) Zwischen den Flüssen Kolubara, Ljig und dem Despotovica-Bach, auf der Morava-Wasserscheide, von deren morphologischer Bedeutung als der die gegenüber liegenden Landschaften von verschiedenen Typus trennenden nordsüdlichen Vertiefung ich schon vorhin sprach, erstrecken sich die mittelserbischen Kreideschichten dieser Facies bis Gornji Milanovac. Jenseits der westlichen Morava zwischen Guča und Ivanjiča tritt die Kreide ebenfalls auf und hier ist es als ob sie als Übergang dienen würde in die westserbische, weit verbreitete, von Cenoman bis zum Senon zusammenhängende, lichtgefärbte, gelbliche und weisse Oberkreide-Facies, aus der Flisch fehlt. (Profil 23—24.)

Diese Kreidefacies nimmt in der Gegend der Vereinigung des Lim und der



Drina, in der Gegend von Uvač, Zaovine und Višegrad, an der bosnisch-serbischen Grenze, in zertrennten Streifen und auf hohen Spitzen: Rogopek (1344 m.), Črvena stena (1256 m.), Kleiner Štolac (1497 m.) ihren Platz ein. (Profil 30, 31, 32).

Nach Norden an den Gehängen des Tresnjicatales, am Abfall des Debelo brdo-Sattels und auf den Spitzen des Poveljen türmt sich die Kreide bis 1480 m. empor (Prof. 6—7.), dann zieht sie gegen Makovište und Košjerici (Prof. 8—11.) in von einander getrennten Inseln nach Südosten hin und die westliche Morava übersetzend, scheint sie den Kern des Rückens zwischen Guča und Čačak zubilden. (Prof. 23.) Von der oberen Kreide, die vom 934 m. hohen Šubjel (Prof. 11.) der Gegend von Košjerici, als vom weithin sichtbaren Monadnok nach Süd-Osten zieht, besitzen wir keine direkte Beobachtung.

Die Kreide breitet sich in Serbien als transgredierende Schichtenbildung aus. Mit transgredierendem Conglomerat sitzt sie auf ihrem Grundgebirge, namentlich auf dem Ophit, dessen verwittertes, eisenhaltiges, Bohnerz führendes Material die untersten, Austern und Glauconia enthaltenden Schichten der Kreide färbt. Oder aber beginnt die Kreide mit dunkelgrauen, Crinoiden führenden Bänken, wie auf den Poveljen-Spitzen und am Šubjel. Hier müssen wir auf seichte, ufernahe Ablagerungen denken, während dort, wo die breccienartigen und Ophitkörner enthaltenden, weissen, dichten Kalke sich berühren, ob mit dem Ophit, ob mit dem Algen führenden Triaskalk, der sich von den anhaftenden dichten Kreidekalk nur unter dem Mikroskop unterscheiden läßt, wie auf einen plötzlich sich vertiefenden Meeres-Boden ohne Uferkonglomerat schliessen. Um den Grossen Štolac herum an den Seiten der Gostiljeer Trias-Kalkmasse und zwischen den südlichen Mionica gelegenen Gemeinden Breznja-Planinica sich ausbreitenden Rudistenkalk ist die letztere Folgerung ebenfalls stichhältig.

An den meisten Orten, namentlich am westlichen Kreidegebiet Serbiens, dehnt sich die obere Kreide in den zusammengefalteten älteren Schichtkomplexen plattenförmig aus, an der dinarischen Faltenverwerfung nimmt sie kaum selbstständig Anteil, sie stützt nur die denudierten Teile dieser, oder nimmt die von älteren Bewegungen verursachten Vertiefungen ein.

In sekundärer Störung mit untergeordneten lokalen Faltungen nehmen die Kreideschichten an mehrere Orte teil: in der Gegend von Tubravić (Profil 8) und bei Zaovine im Tale des Bijeli Rzav treten die in kühnen Falten und synklinaler Absinkung auf, weiter nehmen sie aber die horizontale Lagerung wieder ein. (Profil 32.)

Kleinere Kreideschichte lagern noch um Zavlaka herum auch auf den paläozoischen Schichten. Ludwig v. Lóczy jun. sah auf der Gučevo-Planina oberhalb Koviljača und Trbušnica am Crni vrh-Berge den Kalk der oberen Kreide in diskordanter Lage auf den Permocarbon und Triasschichten. (Profil 44.)

Auf dem die große Morava begleitenden Kreidegebiet Serbiens, östlich der meridionalen Depression zwischen Mionica und Gornji Milanovac, nimmt, wie es scheint die Kreide von Flysch-Facies an den längs der Leitlinien der geomorphologischen Structur erfolgten Faltungen mehr Anteil, als die Section längs der Drina begleitende Kreide. Dort liefern die gefalteten Kreideschichten sozusagen das Grundgebirge, insofern man in grosser Ausdehnung eine andere und ältere Bildung als die Kreide in den Tälern aufgeschlossen nicht sieht; besonders auf das Rudnik-Gebirge bezieht sich diese Beobachtung. Als ob wir hier schon die Vorboten der ostserbischen und Banater meridionalen mesozoischen Berggestaltungen sehen würden, wo im übrigen die Forschungen der ungarischen Geologen JOHANN BÖCKH, FRANZ



SCHAFARZIK und LUDWIG ROTH v. TELEGD nur die untere Kreide feststellten und zwar in engem Zusammenhang mit verschwommenen Schichtenübergang zum Jura.

Die Schichtenfolge des Kreidesystems auf Serbien bezüglich in zusammenfassendem Bild zu behandeln, ist keine leichte Aufgabe. Mangelhafte Aufschlüsse, ihre verschiedenartig ausgebildeten Gesteine, was sich nach der Beschaffenheit des Untergrundes in zweierlei Facies kundgibt, macht die petrographische Verallgemeinerung unmöglich. Umso besser konnte man auf Grund fossiler Funde die einzelnen Kreideniveau's unterscheiden, wie dieselben an verschiedenen Stellen vorkommen. Die Kreideschichten bespreche ich im Nachfolgenden von einigen interessanteren Orten.

#### a) *Die Umgebung von Višegrad.*

Im vorausgelassenen Kapitel erwähnte ich, daß die Oberkreide von der Einmündung des Uvačtales in den Lim bis zur grossen Triaskalkenge der Drina in nordwestlicher Richtung in beträchtlicher Länge sitzt, indem sie das von obertriadischen Kalktafeln umgebene Becken einnimmt. (Karte Fig. 3. Profil 40, 41, 42.)

Das am bosnisch-serbischen Grenzrücken nach Süden vorspringende grosse Kalkfels der Tara planina, die Masse des grossen Štolac, des Janjač und Gostilje teilt dieses Kreidebecken in zwei. Im westlichen Teile desselben sitzen in mehreren zerbrochenen kleineren und grösseren Schollen, wie auf den Gipfeln Babina gora, Rogopek (1341 m.), Gradina (902 m.), die Scholle Prelovo (629 m.), am Liesko brdo (970 m.) Gipfel an den Seiten des Drinatales; auch den westlichen Fuß des Grossen Štolac umsäumt ein Kreidekalk-Streifen; die mächtige Triaskalk-Klippe von Gostilje umgibt der Kreidemergel und mehrere kleine abgerissene Stücke sitzen auch auf den Ophit-Berggrücken von Veletovo.

Im östlichen Teile, längs dem Bijeli Ržav-Tale, ist die Kreide in Zusammenhang am Nordgehänge des Wasserscheide-Rückens der Derventaer Drina vom Dorfe Kremici bis zur Vereinigung des Bijeli Ržav mit dem Crni Ržav zu verfolgen. Zwischen Postenje und Dobrun erweitert sich die Kreide in den Felsenschluchten des vereinigten Ržav auf 10 Km. ostwestlicher Breite; dann südlich vom Ržav zwischen den Bächen Rijeka und Crni Ržav auf den Metalko (905 m.) und den Bijelo brdo (1073 m.) hohen Rücken ansteigend, verschmälert sie sich jenseits des gleichnamigen Sattels an der linken Seite des Bukovicatales, bei Stripci. In Nordwest-südöstlicher Richtung gemessen, beträgt ihre Länge zwischen Batura und Stripci 35 Km.

Die Geomorphologie des Oberkreide-Beckens der Gegend von Višegrad illustriere ich mit zwei Profilen. Das eine zieht von der 969 m. hohen Anhöhe Han Liesko der Sarajevoer Landstrasse nach Nordosten gegen die 1315 m. hohe Triaskalk-Klippe Gostilje brdo und erstreckt sich über die im Bijeli Ržav-Tal gelegene Gemeinde Zaovine bis zur 1476 m. hohen Gavran-Spitze. (Profil 32.) Das zweite Profil legte ich am Grenzrücken zwischen Bosnien und Serbien vom Sattel Zapolje (Profil 31.) über die Spitze Klein-Štorec bis Vardište in nordwest-südöstlicher Richtung. In den besten Aufschlüssen könnten wir die Kreide längs den Erdarbeiten der aufgelassenen Verlängerung der Višegrad—Vardišteer Eisenbahn um die Gebäude des serbischen Zollamtes herum, sowie in Vardište am Berggehänge zwischen der Gensdarmerie-Kaserne und der Eisenbahnstation sehen.

Am Serpentinweg beginnt hier die Kreide mit bohrerzführenden, limonitischen, dunkelbraunen, tonigen Konglomerat; bei dem an der Grenze stehenden serbischen



Wachhaus Karaula Babran verdickt sich das schwarze bohnerzführende Konglomerat auf 3—4 m., die eine 1 m. dicke Bank animiert zur Erzgewinnung. Das Lager ist durch nord-südlich gerichteten Brüchen und horizontalen Verschiebungen gestört.

Auf das Bohnerz führende Konglomerat folgt dunkelbrauner, mangan- und eisenhaltiger, kleinschotteriger, mit Serpentin erfüllter kalkiger Sandstein in 18—20 cm. starken Platten. Unter diesen enthalten die härteren kalkigen Parteen reichlich Fossilien: lange spießförmige Nerineen (Turritellen), Astarte, Gryphaea, Austern-Reste. Dunkelgraue und gelbe Kalkplatten mit vielen kleinen Petrefacten: *Corbis*, *Lima*, *Gryphaea*, *Anomia* schliessen sich ihnen an; es ist dieß ein wahres Limaschelle. Ein mit den Steinkernen von Glauconia erfüllter Mergel ist das folgende Glied, welches am Gradina (884 m.) hinter Vardište (Profil 30) und des an der linken Seite der Bijeli Ržav-Schlucht sich erhebenden Tusto-Berges unter den 1120 m. hohen Kreidekalk-Wänden im Dorfe Kršanje zutage tritt. Graue und cremfarbige, zu Cementmergeln geeignet scheinende Mergel schliessen sich den vorigen an. Die Einschnitte der im Bau verbliebenen Eisenbahnlinie zwischen Vardište und Užice schlossen den Mergel vor dem serbischen Zollamt am Gehänge des Berges Ogragjenica der Länge nach auf. Seine Mächtigkeit schätzte ich auf 40—50 m., oberhalb Vardište am Fusse des Gradina mag seine Mächtigkeit nur 10 m. betragen.<sup>40)</sup>

Im oberen Teile des Mergels ist eine ungefähr 2 m. starke lichtgelbe, harte Kalkbank eingelagert, im Hangenden des Mergels folgt dann ein mächtiger Hippuritenkalk-Complex. Dieser Kalk schließt in wächselnder Mächtigkeit nach oben hin die Schichtenfolge der oberen Kreide in der Gegend von Višegrad-Vardište ab.

Oberhalb der Mokra gora, am Ogragjenica, ist er nicht mächtig, aber in der Nähe zu beiden Seiten der Bijeli Ržav-Schlucht, reicht er in der Masse des Tustoberges (1120 m.), Gradina (884 m.) und Lipa (1142 m.) bis zum Talgrund (450 m.) hinab. Wenn dieses plötzlich Mächtigwerden auch den Verwerfungsbrücken zuzuschreiben ist, so ist doch die Riffnatur im Anwachsen der Mächtigkeit des Hippuritenkalkes hier unzweifelhaft. Undeutliche Schichtung, die ursprüngliche vertikale Stellung der Hippuriten-Röhren am Lipa, die gute Schichtung der von zwei Seiten sich verdünnenden Kalke und die in ihnen vorhandenen kleinen Rudistentrümmer sprechen für den Riffkarakter des Tusto und Lipaberges. Die Schichten der Oberkreide von der Mokra gora kann ich also von unten nach oben folgendermaßen anreihen:

1. Bohnerzführendes, manganhaltiges Konglomerat mit Serpentin-Material direkt am Ophit.

2. Dunkelgrauer und grünlicher Schiefertone gefaltet, mit 2—3 cm. starken Kalkplatten am Weeginschnitt vor der Mokra gora, am Beginn des Sikoka-Grabens oben und an dem von Dorf Saovine östlich auf den Gavran führenden Weg dienen diese Local als Liegendes.

3. Dunkelbrauner kalkiger Sandstein und Mergelplatten mit vielen kleinen Fossilien (*Nerinea*, *Gryphaea*, *Lima*, *Astarte*): sie halten mit gelben kleinmuscheligen Lumachella-Kalkplatten zusammen;

4. weicher grauer und gelber, zu Cementmergel geeignet scheinender Mergel (10—40 m.); in diesem finden sich größere Muscheln und Schnecken in Stein-

<sup>40)</sup> Die von O. AMPFERRER und W. HAMMER ins Werk gesetzte chemische Untersuchung ergab wegen seines grossen (25—30%) in Säure unlöslichen kiesel-säueren Tongehaltes kein günstiges Urteil betreffs der Verwendbarkeit zu hydraulischen Zwecken. Das Bohnerz von Mokragora hingegen erwies sich mit seinen 54—60% Eisenoxyd (38—23% Fe) Eisen als wertvolles Material.



kernen mit *Vola inconstans* Sharpe, *Glaucania*, *Ampullaria*, *Crassatella*. Nahe der oberen Grenze findet sich eine 1'5—2 m. starke harte Bank im Mergel.

5. Die ganze Schichtenreihe ist in wechselnder Mächtigkeit von Hippuritenkalk mit Riffcharakter abgeschlossen.

Die Fossilien der Schichte No. 3. sind noch nicht eingehend untersucht, bestimmt.

In den Mergeln der Schichte No. 4. sammelten wir um Vardište, Mokragora, Kršanje, Veletovo, Gostilje herum nach der Bestimmung meines Sohnes, L. v. Lóczy jun. die folgenden Fossilien.

*Omphalia (Glaucania) Kefersteini* MÜNST.

*Requienia* cf. *Zlatarskii* PAQUIER.

*Ampullaria* sp.

*Vola inconstans* SHARPE.

*Ostrea Vardonensis* COQU.

*Ostrea Haliotoidea* D'ORB.

*Ostrea* aff. *cortex*. CONRAD.

*Micraster coranguium*.

*Micraster Michelini* AGASS.

*Epiaster* sp.

Alle diese verweisen auf die westeuropäischen Cenoman und Turon-Stufen, namentlich auf die fossile Fauna des lombardischen Schio-Horizontes.

Aus dem Riffkalk No. 5. stammen:

*Sawagesia* aff. *Blayaci* TOUCAS und *Sawagesia Mortoni* MANTELL.

*Sawagesia* aff. *Arnaudi* CHOFFAT und *Sawagesia Nicaesi* COQU.

*Praeradiolites* cf. *snbpailleti* TOUCAS.

Auch diese sind alle mit den Formen aus der Cenoman- und Turon-Stufe verwandt, so dass wir, von den senonen Verwandtschaftszweigen der zweifelhaften *Ostrea* aff. *cortex* und *O. Vardonensis*-Reste abgesehen, den ganzen Complex als in die hier nicht trennbaren Cenoman-Turon-Stufen gehörig betrachten können.

Nach Norden hin, am bosnisch-serbischen Grenzüücken, um die obertriadische Kalkklippe des großen Štolac und des Gostilje herum lehnt sich, wie ich erwähnte, schneeweißer, dichter, harter Kalk des Hippuriten-Trümmerkalkes an diese an. Die benachbarten hohen Gipfel des Rogopek, das Kleinen Štolac, sowie die Oberkreide des Bijeli Ržav-Tales besteht aus gelben mergeligen Kalk. Dasselbe kann ich auch von dem südlich von Vardište gelegenen Bijela-Uvačer Kreiderücken sagen.

Die Kreideschichten des Vardište-Bijeli-Ržav-Tales lagern im allgemeinen beckenartig auf den Ophit. Abgesehen von den abgerutschten Schollen, die von dem großen Štolac (Profil 30—32.) her namentlich gegen die Drina hin bis zum Fluss hinabgelangten, zeigt sich auch tektonische Störung im Becken.

Längs dem Bijeli Ržav sind die Kreideschichten in eine meridionale Synklinale zusammengedrückt, in der Schlucht unterhalb des Gemeindehauses von Zaovine sieht man das nach dem Brdo, der dem Gavran-Gipfel hin fällt gut. (Profil 32.) Zwischen Vardište und Dobrun und auf der Mokragora erstreckt sich in westöstlicher Richtung eine sanfte Synklinale gegen den Sargan-Sattel hin im Kreide-Mergel und Kalk. In der Achse dieser unterhalb Vardište scheidet ein schmaler Ophitstreifen die Kreide in zwei Partien.



In der Gegend des Bijelo-Sattels ist die Kreide, nach SSO streichend, im westlichen Einfallen zwischen dem Ophit eingerahmt. Auf oligocän-miocäne Süßwasserschichten nehmen, wie am Bijelo brdo und am Nordgehänge des Ržavtales oberhalb des Dorfes Stariševac, zwischen den Lipa und Klinja-Spitzen an der Störung der Oberkreide teil.

Am Bijelo brdo Sattel gegen Rijeka hin fanden wir die folgenden Fossilien;

*Acanthoceras Mantelli* Sow.

*Puzosia aff. Gandama* FORBES.

*Biradiolites affilaensis* PARONA.

*Gryphaea vesicularis* LAM.

*Ostrea Haliotoidea* D'ORB.

Außer *Biradiolites* und der *Ostrea*, die senonische Formen sind, gehören die übrigen gleichfalls dem Cenoman-Turon an.

Der Triaskalk-Klippenzug des grossen Štolac, Janjač und Gostilje (Profil 80., 31.) hebt sich mit steilen Wänden über 1000—1500 m. aus dem durchschnittlich 1000 m. hohen, aus Diabas-Serpentin, Tuffit bestehenden Grenzgebirge heraus. An die weißen obertriadischen Kalkwände, wie ich vorhin erwähnte, legt sich gleichfalls weißer Kreidekalk an, der sich hinter der kamenicaer Gendarmerie-Kaserne hoch erhebt. Nicht nur an der westlichen, sondern auch an der östlichen Seite fand ich diese den Triasfelsen sich anlegenden weißen Kreidekalke vor. Bei oberflächlicher Betrachtung kann man sie auf dem ersten Blick kaum unterscheiden. Noch schwieriger ist es, mit horizontalen und vertikalen Grenzen den weißen Kreidekalk von den Triaskalk-Massen zu scheiden, denn ein dichter Wald umgibt die hohen Berge. Einzig unter dem Mikroskop können wir im weißen Kreidekalk auch die Rudesten-spuren charakterisierende Schalenstruktur wahrnehmen. Ausserdem führt aus zur Erkenntniß dieses Kalkes die genügend großer Anzahl der in ihm eingeschlossenen dunkeln Ophitstückchen. Diese letzteren fand ich im Algen führenden Triaskalk nirgends.

Das Anschmiegen des Kreidekalkes an den Triaskalk ist hier gerade so, wie am Luisenweg in Fiume am Jellašič-Felsen (ungarisches Tor) das Verschmelzen des Nummulitenkalkes mit dem weissen Rudisten-Kreidekalk. Als ob das in Verwitterung und Lösung stehende Kalkufer mit seinem Schutt sich mit den Sedimenten der Kalkorganismen des abradierenden Meeres vermengt hätte. Das Ebenbild der dem Triaskalk anhaftenden und mit steiler Grenze sich hoch hinaufziehenden, verwischte Schichtung zeigenden Kreidekalk-Ablagerung kenne ich von der nördlichen Seite des Vértes- und Bakonygebirges; auch dort zieht der Nummulitenkalk an den Gehängen aus Hauptdolomit und Dachsteinkalk bestehenden Plateau's hoch, fast ganz bis zum Plateau hinauf und der Nummulitenkalk schmiegt sich wie ein dickes Pflaster den älteren Wänden an. Nicht sehr weit von diesen aber wird der eocäne Nummulitenkalk dünner (schwächer) und verschwindet, indem er den mit ihm gleichalterigen eocänen mergeligen, tonig-sandigen Schichten Platz macht, die Braunkohlenflötze bedecken. Unter der massigen Uferablagerung des Nummulitenkalkes ist keine Kohle, da der derbe Kalk unmittelbar am Untergrund aufliegt.

Eine ähnliche Erscheinung beobachtet man auch um die obertriadischen Kalkklippen des Štolac-Gostilje herum. Neben diesen besteht der von ihnen kaum trennbare weisse, Rudisten führende, Ophitkörner enthaltende, dichte Kreidekalk nicht sehr weit von ihm nach westen am Rogopek, im Osten am Prijedo schon aus mergeligen Kalk,



b) *Die weitere Umgebung von Valjevo, Košjerici und Makovište.*

Mit den Schichten der Oberkreide der Gegend von Višegrad stimmen die gleichalterigen Schichten der weiteren Umgebung von Valjevo gut überein. Ich sah diese in drei localen Gruppen.

a) auf dem Gebiete der Gemeinden Tubravič und Brezovica;

b) in den Gemeinden Mionica, Brežgje, Planinica und zerstreut in Kavlaka und um das Povelje-Gebirge herum und westlich von hier am oberen Wassergebiet des Ljubovijatales. Die obere Kreide von Tubravič (Profil 8.) besteht aus der Wechsellagerung cremfarbiger Mergel und graulichweisser oder gelblicher, selten Rudisten enthaltender, harter Kalk. Diese gehen nach oben hin in rostgelben Sandstein und flyschartigen schieferigen Mergel über. Im Liegenden dieser Schichten lagert Actaeonellen und Glauconien enthaltender, dunkler, tonischer, kalkiger Sandstein mit schwachen Kohlenspurten. Südlich von Tubravič, am Beginn des Jablanica-Vujinovačaer-Tales, (Profil 6) oberhalb der alten Wallfahrtskirche von Pustinja, sowie dort, wo die Schichten in plattigen Streifen sich ausbreiten, wie längs dem Trešnjicaal und südöstlich vom Sattel Debelo brdo bis zur Makovište-Gendarmarie-Kaserne: Zuta stena, Uk Grad (950 m.), Knežovo brdo (1063 m.), Tisova glava (1110 m.), Pusta polje (1180 m.), Lisina (1147 m.), Ravno Makovište Gradina (967 m.) bauen die Rudistenkalke gewagte Schluchten, steile Wände in die tiefen Täler, wobei sie unvermittelt gefaltet sind. Ihre aufmerksame Beobachtung aber wird jederman davon überzeugen, daß diese locale Störung in der Kreide nur die posthum sich erneuernde Äusserung der Krustenbewegung ist, sie wurde nach dem Zerbrechen der ursprünglich horizontal liegenden, transgredierenden Kreideschichten, nach der Talvertiefung oder während derselben verursacht. Der transgredierende Charakter der Kreide läßt sich an der vorher zusammengefalteten Oberfläche des Tuffit-Serpentins, um Makovište herum an den tuffigem eisenreichen und Austern führenden Schichten und an dem im Graben unterhalb Gorne Žarožje ausbeissenden, in geringen Spuren Pechkohle, wahrscheinlich nur in Form verkohlter Baumstämme enthaltenden tuffitigen roten breccienartigen Konglomerat erkennen. (Profil 5.) Durch Soliflukcion gelangten diese Schichten hier in ein tieferes Niveau, als man das erwarten sollte. Auf den Povelje-Spitzen liegt der dunkelrote Crinoidenkalk der Oberkreide ruhig und ungestört.

Von Westen her aufgezählt heben sie sich auf den Spitzen des V. K. (Großen) Povelje (1480 m.), Strenna (Mittleren) Povelje (1476 m.) Mali (Kleinen) Novlje (1453 m.) und an der östlichen kleinen Vorkuppe von der ca 1000 m. hohen Ophitfläche mit sanftem nördlichen Schichteneinfallen heraus. Ich bezeichne sie als Denuations-Monadnocken.

Ein solcher ist auch der Subjel (989 m.) 5 Km. östlich von Kosjerici, der sich mit den Povelje-Spitzen entsprechender gleicher geologischer Struktur heraushebt. Auf dem Gebiete der Gemeinde Brežovica liegen in großer Mächtigkeit die horizontal sich ausbreitenden Tafeln des Oberkreide-Kalkes. Sie lehnen sich an das Valjevo Bukovačko-Triaskalk-Plateau an, das sich in zwei teilende Poveljanska-Tal gliedert sie in Stücke.

Nördlich von ruhig gelegenen oberkretacischen Streifen um Tubravič herum (Profil 7.) ist der — eine beckenartige Einbuchtung einnehmende, dünneren Rudisten-Kalkbänke einschliessende — Mergelkomplex local chaotisch zusammengefalteter, dieselben Kalke aber liegen nordwestlich von Tubravič, kaum 4 Km. oberhalb der Stave horizontal dem Paläozoicum auf.







Spitzen bestehende Poveljen (Kleiner, mittlerer und großer Poveljen) sitzt auf einer alten Serpentin-Peridotit-Tuffit-Rumpffläche. In diese hineingefaltet ziehen im südlichen Berggrund im Dubčica-Tal und an seinen Seiten Algentriaskalk-Streifen und Klippen hin. In die Fortsetzung der Oravačka-planina fallen die Korallenkalksteine der Spitze Sova (1362 m.), der Anatemaberg (1133 m.); diese betrachtete ich als triadisch. Auch die westliche hohe Felswand und die Spitze des 1480 m. hohen Großen Poveljen besteht aus Triaskalk. AMPFERER und HAMMER fanden nächst dem Triangulationspunkt des scharf zugespitzten Gipfels den Rest eines faustgroßen, in schlechtem Zustand befindlichen *Megalodus*? (Siehe l. c. p. 693.)

Die Spitze des mittleren und kleinen Poveljen und der östliche Vorberg des letzteren bestehen aber nicht aus Triaskalk, sondern aus grauem und rotem, tieferem Kreidekalk, der kleine Crinoiden und *Cidaris* Stacheln führt. Dieser baut die isolierten, pyramidenartigen, relativ 250—300 m. hohen Gipfel des Poveljen auf, wie diese auf der 1100 m. hohen Ophit-Rumpffläche östlich von Debelo brdo-Sattel sitzen. Von einem Poveljen-Kamm kann man also nicht reden. Die Spitze des grossen Poveljen umgibt ringsherum, sowie die dazwischen befindlichen Sättel, der Ophit. Die dunkel bräunlichroten Crinoiden-Kalkbänke auf diesen, wenigstens auf zwei östlichen Spitzen, auf die ich hinaufstieg, fallen mit 25—30° nach Nordosten ein.

Am Nordabfall des Sattels zwischen dem grossen und mittleren Poveljen starren dunkel rotbraune massige Konglomerat-Steinspitzen empor und reichen mit nordöstlichen Einfallen unter 40—45° weit in das zur Gemeinde Brezovica gehörige Poveljanskatal hinab. Auf der Karte ist zwischen zwei gleichnamigen Tälern unterhalb dem Vis genannten Berge die Brezovicaer alte Kupfergrube angegeben, von der weiter oben die Rede war. (Profil 5.)

Das dunkle Konglomerat und der Crinoidenkalk der Poveljen-Spitzen liegt konkordant dem Ophit auf.

Auf dem Südfuß des grossen Poveljen, am Ursprung des Dubočica-Tales, fand ich Konglomerat. Das Konglomerat ist ziemlich locker verementiert, steht aber darum im mächtigen Felsen heraus, deren Gestein das Konglomerat aus den Geröllen von weissen Quarzit, Feuerstein und Chalcedon besteht; diese Gerölle sind von wechselnder Größe, aber auch von der Größe eines Hühnereies. Kalk ist im Gestein nicht vorhanden. (Profil 5, 7.)

Ich horizontiere das Konglomerat vom Poveljen mit dem Ophit aufliegenden Bohnerzführenden Konglomerat der Oberkreide der Gegend von Višegrad und Makovište, oder aber, ich vergleiche es mit der untersten transgredierenden Schichte der oberen Kreide.

Den roten Crinoidenkalk des Poveljen stelle ich demnach in die Unterkreide und parallelisiere ihn mit dem Subjel-Monadnok der Gegend von Košjerici (934 m.), sowie mit dem dunkelgrauen Crinoidenkalk des Friedhofes von Arangelovac.

Nördlich von Visberg, wo dem Tuffit Fleckenkalk-Platten eingebettet sind, lagern auf den Gipfeln des Kapetan 1050 m. und der Ravna gora 1009 m. mit südwestlichen, beziehungsweise südöstlichem steilen Einfallen Kalkbänke, die ich mit freiem Auge zwischen obertriadischen und Oberkreide-Kalksteine nicht unterscheiden konnte. Bei den obersten Häusern von Brezoviča, bei der Mühle, sitzt der Kalk auf Diabasporphyr; dieser Kalk zeigte im Dünnschliff unter dem Mikroskop Überreste von Kreidefossilien. Der dem Ophit aufsitzende dichte lichtgraue Kreidekalk ist hier, wie es scheint, von grosser Mächtigkeit, in ihm sind die Schluchten der Poveljanska-Täler. Der Kalk zieht sich auf die Gipfel des Umovi 807 m. und



des Markov-biljeg 876 m. hinauf und nur hier breitet er sich auf die Kreidemergel des Tubraviči. Demnach umsäumt er, als der oberste, den Hippuritenkalken entsprechende Horizont der Oberkreide, von Südosten her mit breitem Ring das Tubravičier Becken. Nach Nordwesten hin, am breiten Rücken des 709 m. hohen Sovački Kik, liegt der kompakte obere Kreidekalk bereits dem paläozoischen Tonschiefer und dem permocarbon Kalk auf; ich nahm es so wahr, daß hier derselbe Rudistenkalk das Becken abschließt, wie die südöstliche Grenze des Beckens gegen den obertriadischen Kalk hin.

Nach Westnordwest von Makovište sitzt in kleineren oder grösseren Streifen, die ursprünglich eine zu einem zusammenhängenden Tafel gehörten, vom Dorfe Taor bis Tarnik der oberkretacische Rudistenkalk in grosser Mächtigkeit auf dem Ophit.

Um die Teilung des Trešnjicatalen herum, auf dem Gebiete der Gemeinde Gornja Košlja sind wilde Kalkrisse. Die zusammengebrochenen und eine geringere Faltung aufweisenden Felsen dieser bestehen aus weissen und gelblichen, dichten Kalk und Mergel. Ihre Grenze mit dem Kamm des Triaskalkes der Gvozdar planina aber ist ebenfalls schwer zu ziehen. Die Kalkmasse der Talašnica mag bereits obertriadisch sein, obgleich ich von der Kozljanska polje, vom gegenüberliegenden nördlichen Rand des 200—300 m. tiefen Risses ihre Wände als oberkretacisch ausschied.

Um die Gensdarmerie-Kaserne von Makoviste, (Profil 49.) am Gradina (962 m.) am Lisinan (1151 m.) und am Tusla polje oberhalb Gornji Zarožje die ganze untere Kreide vom unteren transgredierenden Konglomerat bis zu den obersten Rudistenkalk-Bänken in unregelmässiger Faltung erkennen.

Südöstlich von Makovište und Taor verfolgte ich über Košjerici hin bis zum Dorfe Šubjel die Oberkreide.

In der Gegend von Košjerici begleiten beide Seiten des Skrapeztales nach Nordost einfallende mergelige Kalkbänke vom Gendarmerie-Posten Sječa-reka abwärts bis zu einer mir unbekannten Entfernung. Die Vranovinaer Schlucht des Dobrinjska-Baches befindet sich wahrscheinlich noch im 10 Km. langen Zuge des Košjeričier Kreidekalkes. Es ist unzweifelhaft, daß die Fortsetzung dieses Makovišteer Kreidezuges mit seiner südöstlichen Erneuerung in die Kreide der Täler von Djetinja-Moravica Umgebung sich verfolgen läßt.

In Košjerici längs der Sarompov-Tairovac-Užiceer Strasse gegen Tubici Šubjel hin und oberhalb Košjerici bis (Profil 11.) Sječareka erkannten wir die Kreideschichten. Unter unseren seltenen Petrefactenfunden fanden sich nebst *Vola inconstans* SHARPE schlechte Rudistenreste.

Die in der Gegend der Makovište-Gendarmerie-Kaserne gesammelten Fossilien verkünden uns mehr über diesen Kreidezug.

*Vola inconstans* SCHARPE,

*Ostrea haliotoidea* D'ORB,

*Requienia* cf. *Zlatarski* PASQUIER,

*Nerinea Jaeckeli* FUTT,

„ (*Pygmatis*) *Koheni* OPPENHEIM

*Nerineopsis Airaghii* PARONA.

*Glaucania* sp. ergaben die untersten Schichten der Gegend der Gensdarmerie Kaserne, welche Schichten mit den dunkeln Bänken mit Ophitmaterial der Gegend von Vardište übereinstimmen. Aus den höheren kalkigeren Schichten stammen:



*Sauvagesia* sp. ind. aff. *Gaensis* Dacke.

„ „ „ „ *Apulus* Parona.

Im ganzen genommen befinden wir uns auch hier in den Cenoman-Turon-Stufen der serbischen Kreide.

Der ältere Crinoidenkalk des Šubjelmonadnok steht zu der am Südfuße der Bergspitze sich hinziehenden oberen Kreide der Gegend von Košjerici vollständig in solche Verhältniss, wie der Crinoidenkalk des Pövljen zu dem von Makovište. Ich halte es für wahrscheinlich, daß die Kreide der Gegend von Košjerici-Šubjel nach Ost-südosten hin bis zur unteren Gegend der Djetinje sich erstreckt und daß sie über deren Tal hinüber im Mittelgebirge zwischen der westlichen Morava und der Moravica bis zur Gegend von Ivanjiča von großer Ausdehnung ist. Von der oberen Kreide zwischen Guča und Ivanjica wird weiter unten noch die Rede sein.

Nächst der Gendarmarie-Kaserne von Brežgje erhebt sich der 712 m. und 963 m. hohe Klikberg. Auf die Grobkalk-Petrefacte dieses war Oberlieutenant ČERMAK so freundlich mich i. J. 1917. aufmerksam zu machen.

Das Profil des Klikberges konnte ich folgendermaßen zeichnen:

Am Ophit und Diabas-Serpentin sitzen lichte Trias- (?) Kalkschollen, diese überlagert diskordant am Nordfuße des Klik Serpentin und Diabas-Gerölle einschließender Kalk und Konglomerat. Mit Mergelschichten wechsellagernder grauer, toniger Kalk mit Rudisten liegt am Sattel des Klik.

Am Brežgje Planinicaer Weg, der auf die Suvobor-Spitze führt, liegt auf dem grünlichen Tonschiefer, dem Mokra Gora ähnlich, weißer dichter, kleine Gerölle von Diabas und Serpentin einschließender Kalk auf, er ist dem um den Großen Štolac herum, dem Gostiljeer Kreideaufreten ähnlich, Rudisten und Foraminiferen führend, seine Fossilien machen sein Alter zweifellos. Als zusammengebrochene wellige Tafel, die Dislokationen erlitten hat, liegt hier um Planinica herum die Masse des Gabbro und des Diabas-Serpentin mit Intrusionen, die nach abwärts durch Fossilien führende braune Mergel vermittelt sind.

Ich maß an letzteren Schichten Einfallsrichtungen nach SW mit 45—50°, SW mit 20—25°; NO mit 30°. Maßenhafte Dolinen übersäen hier den Kreidekalk, ebenso auch das vom Brežgje oberhalb Mionica sich ausbreitende Kreidekalk-Plateau, welches über das Ribnicatal in die Gemeinde Gornij Lajkovci hinüberführt und um das Kloster Ribnica herum mit mächtigen Felsen das Tal unterbricht. Von der Landstrasse zwischen Mionica und Planinica an nach Osten hin beginnt dann die Herrschaft der Mergel, Sandsteine und Konglomerate von Flyschtypus in der Gegend des Ljigtales, Gornji Milanovac und im Rudnik-Gebirge.

#### c) Die Gegend von Gornij Milanovac und die Umgebung des Rudnik-Gebirges.

Die niedere Hügelgegend des Ljigtales sucht in meridionaler Richtung die Ljig-Goroji Milanovacer Landstrasse und die Lajkovac-Čačaker schmalspurige Eisenbahnlinie auf. Kein Strassenzug verquert die Wasserscheide in großer Höhe (Prostruga 600 m. und Nakučani 550 m.) Schon vorher in der morphologischen Übersicht Westserbiens wies ich auf den großen Gegensatz hin, der von der nord-südlichen niederen Gegend zwischen Mionica-Ljig und Gornji Milanovac, deren Höhendurchschnitt wir mit 450—500 m. festsetzen können, bei Betrachtung der westlichen und östlichen Landschaft unsere Aufmerksamkeit erregt.

Nach Westen hin sehen wir gleichförmig oben horizontierte Rückenlinien auf



700—800 m. durchschnittliche Höhe sich allmählich erheben. Die Formen sind von penepläner Rundfläche, wie solche das ganze Gebiet bis zur mittleren Drina beherrschen. Gegen Osten zeigt sich uns der Rücken des Rudnik in der Höhe von 800—1500 Meter als alleinstehendes Kuppen-Gebirge, von durch kühne eruptive Spitzen abwechslungsreichen Umriß. In Westserbien findet man die Eruptivmassen ausschließlich in Intrusionen und Lakkoliten; in der Depression zwischen Ljig und G. Milanovac und in Rudnik-Gebirge erscheinen (Profil 11.) Dacit, Rhyolit, Granodiorit und die Andesit-Eruptionen auch als effusive Massen und vulkanische Agglomerate von Norden nach Süden erheben sich der Gradska gora (700 m.), Ostraviča (800 m.), Sturac (1169 m.), Gradine Vis (973 m.), Trijeska (801 m.) Crni vrh (921 m.) als ein Gebirge von 600 Meter mittlerer Höhe, aus Kreideschichten bestehend, aus dem flächeren Terrain aber als wahres Kuppengebirge von vulkanischen Typus sich erhebend. Die am Rudnik-Rücken mit unterbrochenen Felsen herausstehenden, im NNW—SSO-licher Richtung sich anreihenden erwähnten Spitzen erinnerten mich sehr an das Bojca- und Csetrás-Gebirge der Gegend von Nagyág im Siebenbürgischen Erzgebirge. Südlich von ihnen sind der Ješevac (921 m.) und der Kotlenik (768 m.) mit ihren breitrückigen Andesitmassen gegen Kraljevo auf die Morava hin gerichtet und umgeben mit der rechten Ufer der Morava genähernten Stolovi planina das weite Talbecken von Čačak von Osten her.

Während im Rudnikzuge massige Eruptivgesteine in quarzigen effusiven Kuppen in der Depression von Ljig-Fornij Milanovac sitzen, findet man südlich von Ljig auf den Bergrücken Glavica (322 m.), Kamolj (281 m.) und Bukova (552 m.), sowie um Nakučani herum am Marmorgipfel (475 m.) graulichweiße, von kaolinischer Asche und niederfallenden Lapilli entstandene vulkanische Tuffe. ERICH JEKELIUS schied sie sorgsam aus.

Diese Tuffstreifen sieht man längs dem Wege, sicherlich hin auch an abgelegenen Orten in größerer Zahl vorhanden.

Die hypsometrischen Lagen der Tuffe und der effusiven Kuppen beweisen, daß zur Zeit das sie erzeugenden Vulkanismus auf dem schwach gestörten „gefalteten und gebrochenen Gebiete der Kreideschichten“ hier schon eine unebene Oberfläche war.

Den geologischen Aufbau dieser Gegend kann ich nicht mit solcher Bestimmtheit beleuchten, wie jenen der westlich von hier ausbreitenden gebirgigen Gegend. Das niedrig gelegene Gebiet bedeckt mächtig das aus dem mergeligen Untergrund herstammende tonige Diluvium. Es ist eine rote und gelbe ploistocäne Landbildung und ein locales Verwitterungsprodukt. Aus Süßwasserkalk, Diabas-Serpentin, feinkörnigem kristallinischem Kalk und dunklem paläozoischen Kalk bestehende Gerölle schließt das Diluvium ein. Gelbe Andesitlinsen sah ich in den Wasserrissen des Zakučani-Sattels. Zu oberst bedeckt schwarzer Ton (Tschernosjom) die Seiten. Einen kaolinischen- (Dacit?) Dyke schloß der eine Eisenbahneinschnitt auf.

Selbst die auf 12 m. hinabreichenden Eisenbahneinschnitte erreichen nicht den anstehenden Felsenboden. In den großen Abgrabungen war das bunte Durcheinander der abgleitenden und brechenden, ineinander und übereinander aufgetürmten gelb braunen und roten Tone zu sehen mit ganz gestörter Lagerung in den großen Eisenbahneinschnitten. Die mächtige Tondecke an den Andesittuff-Stellen können wir sicherlich mit dem zuerst von JOSEF V. SZABÓ beschriebenen Nyirok der Hegyalja und der Mátragegend vergleichen und den umgestalteten Aschenauswürfen der



Rudniker vulkanischen Ausbrüche zuschreiben. Diese Erklärung ist umso wahrscheinlicher, denn aus den Untersuchungen meines Kollegen EMERICH TIMKÓ geht hervor, daß der subaerische Löss und der Bohnerzton von der Donau und der großen Morava her gegen das Innere der Šumadia hin dünner wird und alsbald verschwindet und daß er bis zur Höhe von 500 m. nirgends ansteigt. Auf alle Fälle aber spielt in diesem zusammengebrochenen, abgerutschten pleistocänen Nyirok auch das Verwitterungsprodukt der mergeligen Kreideschichten eine große Rolle.

Die Kreideschichten des Untergrundes kann ich eben der weitausgedehnten mächtigen Tondecke wegen nicht horizontieren. Kalk, gelber Sandstein, gelber kalkiger Mergel, bei der Kirche von Bojkovci grobes Konglomerat mit einer grossen Geröllen von Diabas-Serpentin und Kalk und unter diesen mit der Ausscheidung grosser Calcitkristalle scheinen die tieferen Kreide Horizonte zu repräsentieren.

Zwischen Ugrinovci und Krivareka gelber, glimmerig-kalkiger, an den Schichtflächen Hieroglyphen zeigender Sandstein, zwischen C. Milanovac und Rudnik dunkelbläulichgrauer harter Mergel östlich von Rudnik streifenweise geschieferte sandige Mergelplatten, unter dem Dorfe Gornij Šatornja mit 45° nach Nordost einfallende mergelige Kalkbänke, die Fortsetzung des dunkelgrauen Kalkes des Arangjelovacer Friedhofhügels, wo die Kalkschichten mit 45° nach Südosten einfallen, treten auf. Aus diesen zerstreuten, weit von einander fallenden Aufschlüssen läßt sich nicht auf ununterbrochene Schichtenreihe schliessen und keine Horizontierung feststellen, umso weniger, als diese Sandstein, Mergel und Konglomerat-Ablagerungen von flyschartigem Aussehen Fossilien nicht ergaben. Längs dem Ljig und an der über den Rajacer cca 800 m. hohen Sattel hinüberführenden Strasse fand mein Sohn i. J. 1917. einen *Desmoceras* und *Inoceramus*, ausser dem sammelte E. JEKELIUS in dieser Gegend einige Hippuriten, die die untere und obere Kreide repräsentieren. Hieraus können wir die Ausbildung der ganzen Kreide in einer solchen Facies unter dem Rudnik-Gebirge vermuten, wie dieselbe in Topčidertale im Belgrader Gebirge und am Avala sich zeigt.

Die oben erwähnten fossilien sind durch LUDWIG V. LÓCZY JUN. folgenderweise bestimmt worden:

*Desmoceras (Latidorsella) sp. aff. latidorsatum* MICH.

" " " " *planulata* SOW.

*Requienia ammonica* MATH.

*Omphalocyclus sp. aff. macropora* LAM.

*Inoceramus Zitteli* PRELO.

" *Cripsi* ETH. var. *reachensis*.

*Hippurites sp. ind., aff. dentatum* DOUVILLÉ.

" cf. *gosaviensis* DOUV.

" *Jeani* DOUV.

" n. sp. aff. *turgidus* ROLLAND.

*Orbitoides media* d'ARCH. aff. sp. ind. *Taburnii* DOUV.

" n. sp. ind. aff. *apiculata* SCHLUM.

" sp. aff. *gensacica* LEYM. SCHLUM.

Es sind dies vom Urgon bis zum Senon sich erstreckende Formen, deren



nacheinander folgende Lager, da sie von verschiedenen Orten herkommen, nicht in ein Profil sich zusammenfassen lassen.

d) *Die Kreide des Avala-Berges und der Umgebung von Belgrad.*

Viele Geologen besuchten schon das Belgrader und Avala-Gebirge, welches letzteres mit seiner weithin sichtbaren 565 m. hohen Kuppe aus dem 300 Meter Höhe kaum erreichenden Abrasions-Peneplen sich regelrecht erhebt. Eine präzise geologische Beschreibung kann ich trotzdem von diesem Gebirge nicht geben. (Profil 56—57.) Auch die Geologen der ungar. geologischen Anstalt besuchten wiederholt das Avala-Gebirge, die Bergleute untersuchten seit langem mit Aufmerksamkeit seine Erz- und Quecksilber-Gruben. Eine genaue und detaillierte geologische Karte existiert doch nicht von der weiteren Umgebung Belgrads. Im Sommer und Herbst d. J. 1918. war Dr. KOLOMAN SOMOGYI, hauptstädtischer Mittelschul-Professor unser gewesener äusserer Anstalts-Mitarbeiter, als eingerückter Oberleutnant von der Mappierungs-Abteilung des Militär-Oberkommandos mit dem geologischen Studium und der Kartierung des Belgrader Gebirges betraut. Als ich Dr. SOMOGYI in Belgrad antraf, machte ich im 1917 mitte September einige Ausflüge in der Gegend von Belgrad. Am Kumodraži genannten Aufenthaltsort SOMOGYI's sah ich auch seine weit ausgedehnte sorgfältige Sammlung, in welcher Fossilien aus den pannonisch-pontischen, sarmatischen, mediterranen Schichten, sowie auch aus den Kreidestufen reichlich vertreten sind. Bedauern müssen wir, daß es Dr. SOMOGYI nicht gelang die Sammlung zu retten und nach Hause zu bringen; auch meine Aufsammlungen waren in dieser Sammlung darinnen. Jedenfalls hätte ich ein genaueres und treueres Bild von der Umgebung des Avala geben können, als es jene Skizze ist zu deren Publikation in Ermangelung eines Besseren ich mich hier unterfange. Ich kann hervorheben, daß man ŠUJOVIĆ um die geologische Untersuchung der Gegend von Belgrad viel verdankt. Grosse Verdienste knüpfen sich an ŽUJOVIĆ's Namen auch darum, daß er sämtliche Haupt-Etagen des Kreidesystems vom Neocom bis zum Senon auf Grund guter Fossilien erkannte. Das sichere Erkennen der neogenen Stufen und auch die Bestimmung der Eruptivgesteine ist ŽUJOVIĆ's Verdienst. Kartographische und tektonische Skizzierung gab er indessen nicht.

Das Tal von Topčider, in welchem die Konstantinopeler Eisenbahn hinführt, damit sie mit dem bei Ripanj sich öffnenden Tunnel in das Morava-Tal hinübergehe, schließt das Innere des Gebirges gut auf, dessen Rücken von Löss und gelbem Ton überdeckt ist.

In der Mündung des Topčider-Tales wird in grossen Steinbrüchen der unterkretacische schwarze, bläulichgraue, braune und gelbe Kalk gebrochen, in welchem an manchen Stellen Requienien reichlich vorhanden sind, an anderen Orten finden sich Orbitulinen-Reste. (Profil 45.)

Westlich von Belgrad erhebt sich aus dem Makiš genannten morassigen Save-Alluvium mit einer kaum 100 Meter hohen steilen felsigen Seite das untere Rumpfläichen Niveau um Belgrad herum. Unter der aus sarmatischem Grobkalk und Löss bestehenden Decke des 206 m. hohen Banovo b. beist bis Žarkovo die Kreide und weiter um Zelenik herum mit harten dunkelblauen und braunroten Kalkbänken, mit Sandstein und rotem Schiefertone wechselnd, fast ununterbrochen aus, was bis zur Pumpstation der Wasserleitung von Belgrad anhält. Unter Führung Dr. KOLOMAN SOMOGYI's besuchte ich hier bis Žarkovo mehrere Steinbrüche. In dem einen Stein-



bruch sah ich im Sandstein, der sich zwischen die Fossilien führende Kalkbänke einschiebt, auch ein schwaches Kohlenflötz. Aus dem Kalk gingen Reste von Cephalopoden, Gasteropoden, Lamellibranchien und Brachiopoden hervor. Žujović führt von diesem Orte (Žarkovo) Gaultformen an (l. c. p. 96.). Zu bedauern ist, daß Somogyi's Sammlungen nicht nach Hause gelangten. In den Aufschlüssen an der Landstrasse fallen die Schichten nach 18—21<sup>h</sup> mit 60° ein. Zu beiden Seiten des zum Dorfe Žarkovo sich hinaufschlingelnden Weges sind grosse Steinbrüche; ein Stein, der an der Wand mit römischen Aufschriften versehen ist, spricht für ihr antikes Alter. Im rechtsseitigen (südlichen) Steinbruch maß ich das Einfallen nach 6<sup>h</sup> mit 40—44°, im linksseitigen (nördlichen) nach 13—14<sup>h</sup> mit 42°.

Die untere Kreide erlitt also um Žarkovo herum eine starke Faltung vor Ablagerung der Neogenschichten, die auf der abgeholzten, in 200 m. abs. Höhe gelegenen Abrasionsfläche horizontal liegen.

In einem Steinbruch im Topčiderer Park fallen die Ophitgerölle enthaltenden dunkelgrauen und schwarzen dicken, Requienien führenden Kalkbänke nach 15—16<sup>h</sup> unter 75° ein. (Profil 11. und 45.) Lithoklasespalten, die aus der Lage des Konglomerates und der Fossilien sicher erkennbare Schichtung in ihrem Einfallen nach 4<sup>h</sup> mit 40°, die Spalten sind so parallel, daß die zwischen ihnen vorhandenen Teile als Schichten in Betracht kommen können.

In den grossen Steinbruch führt der nördliche Eingang durch ein Felsentor hindurch; dieses wurde durch bräunlichgrauen, Fossilien führenden Mergel durchgehauen.

Die Mergelschichten liegen mit nach 14—15<sup>h</sup> mit 42° einfallenden steileren Bänken des konglomeratischen dunklen, Requienien führenden Kalkes auf. Es ist wahrscheinlich, daß zwischen beiden eine schwache Diskordanz besteht.

Die in diese Schichten reichlich vorkommenden, in mangelhaften Zustand befindlichen Nerineen, Cerithien, Glauconien, Acteonellen, die auch Žujović (l. c.) erwähnt, sprechen für die Senon-Stufe; die Diskordanz zwischen der unteren und oberen Kreide, die nicht von dem Fehlen der dazwischen fallenden Schichten, sondern von tektonischer Bewegung verursacht wurde, ist hier offenbar.

Am rechten Gehänge des Topčider-Tales, von den kronherrschaftlichen Wirtschaftsgebäuden aufwärts, liegen braunrote, plan parallel geschichtete rotbraune Mergel, mergelige Kalke und Schiefertonschichten mit Faltungen; ich verfolgte sie bis zur Einmündung des in 3 Km. Entfernung mündenden Banjačka-Grabens, wie sie vorher in einer flachen Synklinale, sodann vor der Mündung des Grabens mit mächtigeren dunkeln Kalkbänken in einem antiklinalen Gewölbe ruhen. Im ersten rechtsseitigen Graben des Banjačka-Tälchens sind grosse Steinbrüche. Dunkel, bläulichgraue Kalkbänke werden in ihnen gebrochen. Dieselben, Ophitgerölle einschliessenden Kalke, wie im Topčider-Park, sind auch hier aufgeschlossen; nach 3—4<sup>h</sup> mit 45° Einfallen maß ich im obersten Steinbruch, ein Einfallen nach 10<sup>h</sup> mit 30° beobachtete ich an der Einmündung des Grabens.

Am westlichen Ende von Belgrad, in dem aufgelassenen Steinbruch der zerlassenen Asphaltfabrik beobachtete ich ein Einfallen nach 14<sup>h</sup> mit 30°, mit nach 2<sup>h</sup> mit 55—60° geneigten Lithoklassen. (Profil 45.)

An mehreren anderen Punkten des Belgrader Gebirges schied aus und sammelte College EMERICH TIMKO den dunkeln unterkretacischen Kalk, über seine Lagerung äußerte er sich aber nicht.

Neben dem oberen Grubengebäude der Avalaer Pleisilber-Kupfergruben-Kolonie sah ich im Wegeinschnitt den dunkelgrauen Requienien (?) Kalk, über ihm liegen



mit nordwestlichem Einfallen unter  $20^\circ$  die würfelförmig zerfallenden Gesteine der Topčiderer braunen kalkig-mergeligen Bänke. Ebendiese mergeligen Bänke findet man in gleicher Lage auch bei dem separierenden Maschienenhaus unten im Topčiderer Tale. Hier sitzt in ihnen ein Liparit-Rhyolit- (?) Dyke.

Beim 18. Kilometerstein an der Landstrasse, die oben an der Westseite des Avala hinzieht, wird in einen großen Steinbruch bräunlichgelber, bandförmig mergeliger und von Calcitadern durchzogener Kalk, das Abbild des vorigen, gebrochen. Die normale Lagerung dieses, der nach  $10^h$  mit  $20^\circ$  einfällt, wird von einem 8 m. starken eruptiven Dyke vertikal durchbrochen. (Profil 57.)

Ein gelber verwitterter porphyrischer Granodiorit oder Dacit ist es, der gegen die Spitze des Avala hin immer mehr sich verbreitet und als ein Lakkolit erscheint. Die Kreideschichten wurden durch diese Instrusion auf keine Weise gestört, ja auch die Kontaktwirkung ist an den eisen- und manganführenden Überzügen an den Berührungsstellen eine minimale.

Beim 19. Kilometerstein der Landstrasse treten auf einmal nach  $4^h$  mit  $60^\circ$  einfallends Diabas-Serpentin-Tuffit-Schichten hervor. Poröser Quellenquarzit tritt in ihnen auf. Jenseits des 19. Kilometersteines, wechseln mit dem Ophit wieder Kalke, die nach  $9-10^h$  mit  $30^\circ$  einfallen. Fleckiger bläulichgrauer, schieferiger Kalk, ähnlich den liassischen Fleckenkalken der Karpathen, dunkler, rotbrauner, Radiolarien einschließender kieseliger Tuffit und grünlichgrauer weicher Schiefertone kommen hier vor. Diese Tuffitgruppe reicht zum Förderstollen und zum Luftschacht hinab. Der zusammengefaltete Komplex des Ophit-Serpentin-Diabas und des Tuffites umgeht von Südwesten her längs der großen Wegwendung des Avalagebirges und am Beginn des gegen den Ripanj gekehrten Tales am Südfusse des Avala geht er zwischen den Kilometerzeigern 21—22 in massigen, kugeligem Serpentin-Peridotit über. Bei der Brücke in der Wegwendung zwischen den 20—21. Kilometersteinen fällt der gelbbraune, gefleckte, mergelige Kalk nach  $8^h$  mit  $46^h$  ein.

Von Norden nach Süden gehend, tritt am Avala aus dem wie aus einer Schneedecke hoch sich erhebenden pleistocänen Ton verwitterter Dacit oder Granodiorit hervor, dieser reicht breit bis zum Plateau des Avalagipfels hinauf. Unter der Türkenburg folgen dann mit südöstlichem Einfallen dunkelgraue Kalkbänke und kieseliger metamorphosierter Mergel. Am Südbhang tritt dann in mittlerer Höhe Serpentin auf; dieser reicht bis zur Wendung der Landstrasse herab, neben dem Brücke der vorerwähnte Kalk mit  $46^\circ$  nahe zur Serpentin kontakt liegt.

Die Ophitbildung ist von hier an, wie es scheint, unter der pleistocänen eluvialen und subaerischen Tondecke in Zusammenhang, nach Südwesten läßt sich der Ophit in das Topčidertal und an der linken Seite dieses auf den 300 m. sich erhebenden Turski, Vis, nach Nordosten aber auf das Gebiet der Gemeinde Repniče, Leštani und Kalugjerica verfolgen.

Am Avala kreuzen sich die Steinrichtungen und die verschiedenen Bildungen. Der ältere Serpentin Ophitzug streicht nach SW—NO, die ihm aufsitzende und mit ihm zusammen durch Brüche gestörte Kreidezone aber folgt der Streichrichtung nach SSO—NNW. Längs dem Topčidertal ist die Höhenachse des Kreidezuges, die gegen Banjača, Resnik, Ripanj hin gerichtet ist und um Vrčin herum auch im grossen Tunnel herrscht. Weiter südlich dann ist der Kreidezug gegen die NNO—SSW-liche Anhöhe des Kosmaj hin gerichtet. Der Kosmaj (Malovan 550 m., Kosmaj 624 m., Košutica 465 m., Lepoglav 440 m.) erhebt sich als Monadnok ebenso aus dem nahe zu in 300 m. absoluter Höhe gelegenen Peneplän der Šumadia-



Gegend, wie das Avala-Gebirge aus dem Belgrader 200—250 m. hohen Rumpflächen-Niveau.

Kollege E. TIMKÓ sah am Mundloche des 1700 m. langen Tunnels von Ripanj-Rajloj glimmerig-quarzigen Sandstein, ein granitisches Eruptivgestein, am Malovan-Gipfel des Kosmaj einen von Nord nach Süd streichenden und nach Ost einfallenden tonigen Kalk und Tonschiefer. Am Košutica findet man dünngeschichteten plattigen Kalk und Schiefer. Der Kosmaj besteht also aus ähnlichen Gesteinen, wie der Kreidemergel der Gegend des Avala. Dieses spricht dafür, daß Žuravič's Karte die Kreideschichten südöstlich von Belgrad und bis Arangelovac-Rudnik-Gornji Milanovac richtig angibt. (Profil 46.)

Von Osten her begleitet auch den Kosmaj, wie den Avala und das Rudniker Kreidegebiet, Ophit-Serpentin und Tuffit. Von Westen her aber sitzen die Lakkolite jüngerer Granitoid-Gesteine in der Kreide, indem sie in dieselbe einen sich verzweigenden Dyke entsenden, wie am Avala. Diesem nach gehören das Avala-, Kosmaj- und Rudnik-Gebirge mit der allgemeinen Streichrichtung dieser Gebirge, mit ihren jungen Granitoid-Eruptivmassen, deren ursprüngliche Aufschüttung mit ihren vulkanischen Kuppen auch heute das Terrain charakterisieren, schon in die geomorphologische Region von Ost-Serbien und reichen von der ortographischen Gestaltung Westserbiens wesentlich ab.

#### e) *Die Kreide längs dem Moravica-Tal.*

Noch ein Kreidegebiet der von uns studierten Gegenden Serbiens wartet einer kurzen Besprechung. Es ist dies das Gebiet zwischen der westlichen Morava und der Moravica und dieses fällt auf das Wassergebiet der Bjelica- und Krajevica-Flüßchen. Auf der Strasse zwischen Čačak, Guča und Ivanjica flüchtig dahineilend, erlangten wir mit meinem Sohne vom 28 September bis 2 Oktober 1918. ein annäherndes Bild von den dortigen Mittelgebirge. Wir mußten uns beeilen. Die bulgarische Streitmacht war geschlagen, die militärische Diktatur Serbiens hatte die Entleerung der Gegend von fremden Civilbeamten und den Familien der Offiziere angeordnet. Den strengen Verordnungen des Belgrader Militär-Oberkommandos können wir es verdanken, daß wir diese unsere letzte Excursion bis an die südliche Grenze Alt-Serbiens, die Grenzen von Novipazar und nahe an Nova-Varoš gelangend, unsere Wegnetze, die zu verschiedenen Zeiten begangen waren, verbinden könnten. Südwestlich von Čačak bis zu dem Koljansko brdo genannten 795 m. hohen Sattel der Jelica planina steigt die Strasse 600 m. hoch an. Unterwegs zeigen sich tertiäre Sedimente, die weitaus nicht so von pleistocänen Ton bedeckt sind, wie an der gegenüber liegenden nach Süd gerichteten Gehängen des Morava-Tales. In den tertiären Schichten sieht man hier reichlich Aufschlüsse. Vor Krajevica und neben der über den obersten Seitengraben des Dupnjača-Tales hinüberführenden Steinbrüche liegt dem dichten Kreidekalk gelber, kleinbreccienartiger, kieseliger, mit Hohlräumen versehener neogener Kalk auf, der unter 45° nach NO einfällt: auf diesem liegt grober, dunkelroter, konglomeratischer, dichter Kalk, mit Mergel und Ophitstücken.

Am Sattel und seinem Südwest-Abfall erscheint stark zusammengefalteter, weißglimmeriger, schieferiger Sandstein und sändige Plattenkalke mit zweifelhaften *Pseudomonotis Telleri* BIRTN. Phyllitische Tonschiefer mit sandig-kalkigen Kern vertreten die typischen Werfener Schiefer, zwischen ihnen sitzt geysirartiger, kieselig kalktuffartiger und schieferiger grüner Serpentin.



Der am Krljansko-Sattel ausbeissende Serpentin und Tonschiefer bezeichnet mit den Geysir-Ablagerungen die gewohnte diskordante Lagerung des Paläozoikums und der Ophitkomplexe; in nordwestlicher Richtung streicht diese Diskordanz direkt auf die am Ovčar banja gesehene und oben beschriebene vertikale Berührung hin.

Das Dragočevo-Plateau ist in staunenswerter Regelmäßigkeit von den Bjelica- und Krajovica-Tälern gegliedert, die mit ihrer vollständigen Parallelität mit der nordwestlichen Grenze zwischen Ophit und dem paläozoischen Schiefergebiet für eine Gliederung des Dragočevo-Plateaus durch nach SO gerichtete Brüche sprechen. Auch die zwischen den Jelina-planina-Rücken und dem Bjeličatal gelegenen Plateaupartie teilen die in die NW—SO-liche Richtung fallenden Seitentäler: Banjica, Tijanjska und Vranica.

Auf der 600 m. hohen terrassenartigen Bergstufe der Glavica traten die kompakten Felsen des sphärolitischen Rudistenkalkes zutage. Auf diese folgen dann wieder die Neogenschichten, die sich längs dem Vranicatal bis zur Einmündung dieses in die Bjelica erstrecken und das Südwest-Gehänge des Jelica-Rückens in großer Ausdehnung einnehmen. Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, daß die im rechtseitigen untersten Graben des Vranicatales sichtbaren horizontal gelagerten Mergel bereits der Kreide angehören.

Um Guča herum erheben sich mergelige Kalkfelsen und es scheint, als ob diese längs dem Tal eine Synklinale einnehmen würden. In Guča, gleich hinter dem Städtchen, an der linken Seite der Bjelica, begleitet nordöstlich einfallender lichtgelblich weißer mergeliger Kalk das Tal bis zur Einmündung desselben in das Kotraskatal. Hier berührt hinter dem ungarischen Friedhof (magyarski gretnik) der sich auf einem aufgegrabenen und verschwemmten Schuttkegel befindet, die Straße am Anfang der Kotraska sphärolitischen, große Austern führenden Mergel und kompakte Kalkbänke. Weiter aufwärts setzt die Straße auf die rechte Talseite hinüber, von wo die gegenüber liegende linke Talseite Bijele stene (652 m.), deren Felsenwand von der Talsohle auf 180 m. sich messen läßt, auf 1 km. Länge hin sich gut überblicken läßt. An den mächtigen Kalken der Felsenwand sieht man südwestliches Schichteneinfallen mit 40°. Nordöstlich fallende, mit einander parallele Diaklase unterbrechen die Schichten, an der einen Diaklase unterbrechen die Schichten, an der einen Diaklase nahe der Talsohle dunkelt das Mundloch einer recht großen Höhle, aus der zeitweise ein Bach herausfließt.

Den gegen die rechtsseitige Titma (675 m.), Okruglica (641 m.) (Profil 24.) Glaverska brdo (670 m.) Spitzen hin streichenden Kalk schneidet das Kotraskatal schräg. Oberhalb der schneidenden Talenge um die Gemeinde Belikamen herum erweitert sich das Tal. Bevor wir in diese Talerweiterung herabgelangen, verqueren wir noch einen Kreidekalkzug, den gleichfalls von Nordost, nach Südwest streichenden, durch die Gipfel Trijebež (690 m.), Žuta stena (763 m.), Bratunjsko br. (638 m.) und Dukanjsko brdo (870 m.) gekennzeichneten Kalkzug. Beim Dorfe Vučkavica, nahe der Gensdarmerie-Kaserne, hinter der Kirche, entspringt eine 15.5° C zeigende, schwach nach Schwefelwasserstoff riechende Quelle aus dem Kreidemergel von Flyschtypus, am Fusse der nach Nordost einfallende Kalke. Das Tal Kotraska—Vučkovička oberhalb des Dorfes Belikamen wendet sich aus seiner bisherigen südlichen Richtung unter rechtem Winkel plötzlich nach Südosten und behält diese Richtung auf 4½ Km. hin, worauf es von dem 500 m. Seehöhe erreichenden Punkt der Talsohle nach Süden sich dreht und gegen den 896 m. hohen Sattel des Vijenac hin ansteigt.



Der südöstliche Abschnitt des Tales ist zugleich auch die Grenze zwischen den mergeligen Kreideschiefern von Flyschtypus und den phillitischen bläulichgrauen paläozoischen Tonschiefern. Dieser zum Hausdachdecken verwendete Schiefer, mit den auf der Jelova gora und in dem Makovište—Poljen-Gebirge gesehenen gleichnamigen Tonschiefern in Übereinstimmung gebracht, bin ich geneigt ihn in die tieferen Teile des serbischen Paläozoikums einzureihen. Die am Vijenac-Sattel beginnenden Kretacischen Kalkflecke sah ich in den weichen Untergrund der paläozoischen Schiefer wie in einen Brei unregelmässig eingebettet. (Profil 24.)

Vom Vijenac-Sattel, beziehungsweise vom Minjogrob-Gipfel (945 m.) und bis zur Spitze des Udovica brdo (877 m.) und des Radev (966 m.) sitzt ein von hohen Wänden umgebenes Kalkplateau auf dem stark zusammengefalteten Phyllit und es liegt in einer flachen Synklinale. Abwärts nach Ivanjica hin schneidet der Weg den isolierten Kalkstreifen des Ravni dann fällt noch eine derartige Scholle in den Weg an der rechten Ecke der Mündung des Svjesticaer Tales in die Moravica. An allen diesen Orten sitzt mergeliger Austernführender Rudistenkalk direkt auf dem Phyllit.

Am 728 m. hohen Hügel des Weges, der vom Vijenac-Sattel in das Moravicatal hinabführt, ist horizontal gelagerter grauer Mergel und gelblichgrauer Sandstein entblöst. Der Sandstein wurde zu Hausbauten, Kreuzen, Brücken, Meilenzeigern etc. gebrochen; er erinnert sehr an den in den unteren Windungen der Ovčar Klissur gebrochenen Sandstein und ist wahrscheinlich tertiären Alters, wenn er nicht vielleicht der oberen Kreide angehört, in deren Vorkommnissen der Gegend von Tubravič ich ebenfalls ähnlichen Sandstein sah.

Der oberkretacische Kalk zwischen Guča und Ivanjica liegt einer zusammengebrochenen Tafel gleich auf den paläozoischen Schiefer; seine östliche Verbreitung kenne ich nicht, nach Nordwesten hin auf den Rücken zwischen der Morava und Bjelica erreicht er das Tal der vereinigten Djetinja—Moravica-Flüsse. Der in die obere Mündung der Ovčar Klissur von Süden her einmündende Banjica-Bach transportiert sehr viele gelbe Kreidekalkgerölle und Steinblöcke von dem 600—700 m. hohen Dragačevo-Plateau in die Djetinja hinab.

Mein Direktor-College DR. TOMAS V. SZONTAGH sah an der neuen Wald-Kunststrasse den gelben Rudistenkalk auch anstehend und brachte auch ein Muster desselben. Parallel mit den das Dragačeva-Plateau in nordwest-südöstlicher Richtung gliedernden Tälern ordnet sich die oberkretacische sanfte Synklinale der Kotraška—Vučkovička Talweitung an, sowie auch der schuppenförmig zertrümmerte Zug der Bijele stene Kalkfelsen-Gruppen. Hieraus schliesse ich, daß die hier auf die stark zusammengefalteten paläozoischen Tonschiefër, Werfener Schichten und von Ophit transgredierende Oberkreide, die auf diese alten Bildungen tafelig sich drauflegt, mit der allgemeinen dinarischen Faltungsrichtung parallel auch nach der Kreideperiode noch eine dinarische posthume schwächere Faltung erlitt und daß ihre Parallelbrüche auch an der stufenförmig tafeligen Anordnung des Triaskalkes an der linken Seite der Moravica zu erkennen sind.

LUDWIG v. LÓCZY JUN. bestimmte von den am Štave gesammelten Kreidefossilien die folgenden:

*Sauwagesia* aff. *Gaensis* DACE (Cenoman)

*Praeradiolites Ponsiauus* D'ARCHIAC (Angoumien)

*Radiolites Peroni* CHOFF.

ind. aff. *Peroni* CHOFF.



- Radiolites* cf. *galloprovincialis* MATH. (Coniacien)  
 „ cf. *angeoides* PICOT DE LAPEROUSE (Santonien, Campanien)  
 „ cf. *radiosus* D'ORB. (Angoumien)  
 „ *Sauvagesi* D'HOMBRES FIRMES (Coniacien)  
 „ *socialis* D'ORB. (Angoumien)  
 „ aff. *Trigeri* COQU. „  
 „ *lusitanicus* BAYLE „  
 „ n. sp. ind. aff. *R. galloprovincialis* (Angoumien)  
*Apricardia Pironai* G. BÖHM. (Conoman-Turon)  
 „ cf. *tenuistriata* FUTT. „ „  
*Actaeonella Sanctae Crucis* FUTT. var. *clongata* FUTT.  
*Nerinea* sp. indet. aff. *Schioensis* PIRONA  
*Trochactaeon voluta* ZEK.

Die erkannten und vergleichbaren Arten, mit Ausnahmen der einen zweifelhaften Form *Radiolites* cf. *angeoides* die aus dem Senon herkommt gehören sämtlich der Cenoman-Turon-Stufe an.

Aus dem Jadartal oberhalb Žavlaka ging *Orbitoides gensacica* LEYM., nächst Jarebička-Crkva *Caprina* cf. *Schioensis* BÖHM hervor.

Ein etwas reichlicheres Verzeichniß wird die von L. v. Lóczy JUN. studierte Kreide von der Gučevo planina auf:

- Radiolites Peroni* COFFAT,  
 „ aff. *Santonicus* BAYLE,  
*Biradiolites angulosissimus* TOUCAS,  
*Sauvagesia Gaensis* DACEK,  
 „ *Arnaudi* CHOFFAT,  
 „ *Nicaesi* COQU.,  
 „ *cornupastoris* DES MOULINS.

Aus der Kreide der Moravica-Gegend, von Guča, ging die Senonform *Sabinia* cf. *sinuata* PARONA hervor.

Vom Klikberg bei Brežgje, aus der Gegend von Mionica stammt *Caprina Schioensis* G. BÖHM aus dem Cenoman-Turon und *Alectryonia (Arctostrea)* aff. *carinata* LOM. aus dem Angoumien (Turon).

#### 7. Känozoische Bildungen.

Mit der oberen Kreide hörten in Westserbien die marinen Ablagerungen im Grossen und Ganzen auf. Marine eocäne und oligocäne Ablagerungen erkannten wir bisher nirgends; was Žujović für eocän hielt, erwies sich als paläozoischer Schiefer oder als Kreideflysch. Miocäne Ablagerungen mariner Entstehung sind nur in der Umgebung von Belgrad und bei Ložnica längs der Save und Donau vorhanden, diese gehören den mediterranen und sarmatischen Bildungen, die das grosse ungarische Becken umrahmen, an. Auch die Congerien in sich bergenden Ablagerungen des pannonisch-pontischen grossen Süßwasser-Sees finden sich nur zwischen Belgrad und Semendria und zwischen dem Zusammenfluß des Kolubara und Ljig am Nordfusse des Avala-Gebirges, ausserdem fand man sie noch weit im Süden in dem Ipek—Mitrovicaer Becken.

Der mediterrane und sarmatische Grobkalk in der Umgebung von Belgrad ist von genügend grosser Verbreitung. Auf der Kalimegdan-Terrasse überdecken in den



aufgelassenen grossen Steinbrüchen des Taš-majdan die sarmatischen Schichten mit einiger Diskordanz die Mediterranschichten, die mit grobem lokalem marinem Konglomerat auftreten. (Profil 45.) Dann aber befinden sie sich bis Kumodraž und oberhalb der Save in 200 m. Seehöhe (100—130 m.) in grosser Verbreitung auf den pontischen Abrasions-Terrassen. Es ist dies die untere Abrasionsstufe des Südrandes des ungarischen Alföld (der Tiefebene).

Bei den Gemeinden Kumodraž und Makribeg finden sich auch höher gelegene Neogenschichten, ob diese mediterranen oder pannonischen Alters sind, weiss ich nicht. Das aber kann ich als Gewißheit behaupten, daß die sarmatische Grobkalk-Tafel sich nicht höher als bis 200 m. erhebt, hingegen reichen die pannonisch-pontischen Schichten bis 800 m. hinauf. Die Abrasion des Belgrader 200 m. Plateaus verrichtete also der pontische Wasserspiegel ebenso, wie ringsum am Rande des Alföld überall. Die Verbreitung und die Uferlinien der Neogenschichten festzustellen macht die pleistocäne Ton- und Lössdecke sozusagen unmöglich.

In der niedrig gelegenen Gegend des Kolubara-Wassergebietes zwischen Ljig, Mionica und Valjevo befindet sich die südliche Ufergegend der neogenen Schichten. In bogenförmigen Flecken mit steilen Seiten gegen das Kolubaratal hingerichteten Hügeln bis 300 m. Höhe erhebt sich der aus Sand, gelben kalkigen Mergelplatten und aus kieseligen blättrigen Mergeln bestehende tertiäre Komplex. Ich sah diese Schichten mit sanftem nördlichem Einfallen an der Valjevo-Užicaer Strasse um Mionica herum. Da ich Fossilien aus ihnen nicht besitze, kann ich mich über ihre Horizontierung nicht äussern.

Um Ložnica herum erheben sich an der nördlichen, sowie westlichen Drinaufer-Seite (siehe L. Lóczy jun.'s Bericht) der Gučevo planina die mediterranen Schichten Leithakalk, roter und gelber Sandstein, kleinschotteriges Konglomerat und bituminöser brauner Ton hoch hinauf. Im Drinatal, unterhalb der nördlichen Häusergruppe des Dorfes Brasina sah ich an den Flanken des Grundgebirges Ton von Schliertypus mit kleinen dünnchaligen Muscheln. Alle diese erheben sich ziemlich hoch bis zu 300 m. und nehmen an den schuppenförmigen Brüchen des Gučevo Anteil. Es ist wahrscheinlich, daß wir es hier mit den Aequivalenten des unteren Mediterran oder der Sotzkaschichten zu tun haben.

Von der Savagegegend, präziser bezeichnet von der Ložnicka polje-Ebene, zwischen Ložnica und Lješnica, durch das breite Koronita-Jadar-Tal und vielleicht noch längs dem Lješnica-Milinska-Bach, umgibt den paläozoischen Rücken des Iverak und reicht zwischen dem Gučevo und Čer planina bis zur Kolubara—Kamenicaer Wasserscheide eine Neogenbucht hinauf. Ihre Einheit und ihr Zusammenhang ist zerstört. Das Lignitflötze enthaltende Bela-črkvaer Becken südlich von Žavalaka vom pannonischen Tertiär der Save- und Kolubara-Gegend getrennt; in isolierten Streifen sahen wir in Kamenica um den 392 m. hohen Kadija-Gipfel herum die aus lichtgrauem und gelblichem kalkigem Ton bestehenden Binnensee-Neogenschichten.

Die Möglichkeit dessen ist nicht ausgeschlossen, daß in Folge späterer posttertiärer schollenartiger Brüche diese sich von einander und den Ablagerungen des großen ungarischen Alföld isolierten.

Von Osten her, der Gegend längs der großen Morava, deren weites Tal als am weitesten nach Süden sich abzweigende Bucht des ungarischen Beckens zu betrachten ist, erstrecken sich die pannonisch-pontischen Schichten bis zur Vereinigung der beiden Morava bis Bicerak-Štolac, ja sie reichen vielleicht östlich vom schluchtartigen epigenetischen Tal der Vereinigung über Alexinac bis in die Gegend



von Niš hinauf. Zwischen der Morava, Jagodina und Lopovo durchschneiden sie den kristallinen Schiefer; die neogene Bucht umgeht östlich von diesem zweiten epigenetischen Tal gegen das Sošava-Tal hin den die Epigenesis verursachenden, aus kristallinen Schiefen bestehenden Humovi-Trivunova-Berg (380 m.).

In der Morava-Bucht herrscht die pannonisch-pontische Stufe, von Semendria und Niš kennt man ihre charakteristischen Congerien (siehe Žujović l. cit. pag. 113).

Es ist noch nicht klagestellt, daß von Kruševac, Kragujevac und Palanka die große Moravaer Neogenbucht durch welche Kanäle mit den kleineren, nach Westen hin sich immer höher erhebenden Becken von Arangjelovac, Gornji Milanovac, Čačak und Požega kommunizierte. Das aber ist unstreitbar, daß diese Ausläufer des Moravaer Beckens ebenso, wie jene von Valjevo, dem Save-Kolubarer Neogen angehören.

In der Gegend von Čačak und Košjerici, in den nördlichen Škrapez Nebental der westlichen (Goljiška) Morava erheben sich die Ausläufer der tertiären Ablagerungen der Morava-Gegend zu bedeutender 700 m. Seehöhe, tauchen aber um Čačak herum auch unter die Talsohle von 200 m. abs. Höhe. Ihre gebogenen Schichten deuten auf nachträgliche tektonische Bewegungen. In noch größerer Höhe, im Niveau von 1090 m., breiten sich im Hochland des Sandschak von Novipazar um die Ortschaften Novipazar, Tutinje, Berane, Sjenica und Plevlje herum isolierte, Lignitflötze enthaltende Becken aus. Weit ausgedehnte, ursprünglich in Zusammenhang gestandener, jetzt aber von den Djetina-Nebentälern, sowie in von dem tief in die Rumpfflächen eingeschnittenen Tälern des großen und kleinen Ržav-Flusses getrennten Fetzen und Detailbecken finden sich tertiäre Streifen um Vardište, Bijeli brdo, Kremna-Bioska, Uzice und Novavaroš herum in 700—1000 m. Höhe. Diese liegen auf den Flächen des Ophit-Massivs. Auf der Tara planina und dem Ljubjon-Plateau sitzen tertiäre Ton und Schotterpartien auf der Triaskalktafel, die Schotter erinnern hier in 900—1100 m. Höhe an die „Augensteine“ der Salzburger Kalkplateaus. Die letzteren hoch gelegenen tertiären Lager ordnen sich teils in kleineren Mulden, teils nach den Fluß- oder Bachbetten der Länge nach an. Ihre geologische Entzifferung ist noch schwieriger, als jene der tertiären Buchten des Morava- und Kolubara-Tales. Während unserer raschen Bereisungen hatten wir bei der Ergründung anderer komplizierterer Probleme nicht genügend Zeit, die tertiären Ablagerungen systematisch zu studieren.

Über die tertiären Schichten um Gučevo herum, ebenso über jene des Škapež tales (Tubuči) längs der Kolubara und großen Morava, ferner das im Jadartal (Belackrvā Kamenica in 250—300 m. Seehöhe sich ausbreitende, Lignit enthaltende Becken und die Streifen schrieben kurz in ihren Berichten v. J. 1916—1918 Ludwig v. Lóczy jun., Tomas v. Szontagh, Emerich Timkó und Erich Jekelius.

Ich konnte nur um Čačak herum im westlichen Moravatal und um das Ophitmassiv des Zlatibor herum über sie mir Aufklärungen verschaffen. Nach regionalen Gruppen gebe ich eine Übersicht über das westserbische Känozoikum.

a) *Die mit dem grossen ungarischen Alföld zusammenhängende Neogengebiete.*

Die südöstliche Bucht des Beckens des westlichen (Goljiška) Moravatales endet nächst Kraljevo. Von Nordosten her nähern sich hier die nahe 800 m. hohe Andesitmasse des Kottenik, von Süden aber die Abzweigung des Stolovi planina so sehr aneinander, daß sie das untere Moravabecken von jenem bei Čačak abzusperren



scheinen. Allein zwischen Čačak und Knič-Kragujevac am Berg zwischen der Goljiska Morava und dem Gruža-Fluß oberhalb des Dorfes Breznica diene ein 346 m. erreichender niedriger Sattel als Kommunikation zwischen der grossen Morava und dem Neogenbecken von Čačak. Nahe der Einmündung der über den Sattel führenden Strasse in die bei Ročanj in Hauptstrasse im Galjiska Morava-Tal liegt in 244 m. Höhe die Lignitgrube von Donja-Gorijevnica, die durch eine Industriebahn mit der Lajkovacer Linie von Čačak—Gornji—Milanovac und der Erzgrube von Rudnik verbunden ist.

Zwischen Čačak und Brgjani verengt sich das Becken auf 10 Km., aber seine Schichten steigen gegen Gornji Milanovac auf 500 m. an, ja sie dringen vielleicht auch in die Takovoer Talbreiten des Dičina-, Gornji-Milanovac mit Despotovica-Baches als einstige Buchten ein. Es sind diese jetzt gesonderte Becken.

Westlich von Čačak in den unteren großen Schluchtenwindungen der Djetinja Moravica sitzen auf dem Serpentin die tertiären, aus gelbem Sand bestehenden Neogenschichten. An der Spitze der zweiten Wendung oberhalb Vidova befinden sich große Steinbrüche in ihnen. Nach Nordwest von Čačak-Vranica längs dem dem Čemernicatal reicht der eine Hauptzweig des Beckens weit genug hinauf. Dieser Zweig ist uns unbekannt.

Südwestlich von Čačak, auf der nach Guča führenden Strasse, gegen den Rücken der Jelica planina hin erreichen ebenfalls hoch sich erhebende Neogenschichten die 700 m. Meereshöhe. Es scheint, daß sie, diese Rücken von NW her umgehend, längs der Čačak-Požegaer Strasse bis Guča, ja bis Ivanjica zu beiden Seiten des Bjelicalates, in 500—600 m. Höhe zusammenhängen. Vielleicht ist oder war auch in dieser Richtung eine Verbindung zwischen den Čačaker und Požegaer Becken. Das Požegaer, jetzt tiefer liegend als das Čačaker Becken, als ob in Senkung befindliches Becken gegen die Užicaer Bela crkva hin im Skrapež-Lužnica-Tal in cca 20 Km. Länge nach Nordwesten anhalten würde. Oberhalb der Užicaer Bela crkva an den Südgehängen des Crnokosa sah ich bis 600 m. Höhe die Spuren der Schichten. Nördlich vom Crnokosa-Gebirge tritt dann um Košjerici herum noch ein Neogenbecken auf, jenes längs dem oberen Skrapež, dessen Schichten in isolierten Streifen nach Westen, Norden und Osten mit bogenförmigen Grenzen bis 700 m. Höhe hinaufreichen. Östlich von Košjerici sind die Lignitflötze<sup>41)</sup> von Tubici-Šubjel beachtenswert nicht nur von industriellen Gesichtspunkt, sondern auch, weil sie sich im Interesse der Horizontierung der Neogenschichten mit dem Lignit von Donja Gorijevnica vergleichen lassen. Das Košjerici-Tubici-Becken breitet sich zwischen dem von der Oberkreide transgredierte paläozoischen Schiefergebirge Crnokosa und der Ophitmasse des Bukovska-Maljen aus. Wohinzu könnte man die Verbindung dieses Beckens nach Osten in das Stammbecken von Čačak vermuten? Darüber kann ich mich nicht äussern, weil mir diese Gegend gänzlich unbekannt ist.

An vier Orten könnte ich direkte Beobachtungen in den Tertiärschichten der Gegend der westlichen Morava ausführen.

1. In der Gegend von Gornji Milanovac in der unteren und oberen Mündung der Despotovica-Klisur; 2. an der Čačak-Gučaer Strasse; 3. bei Košjerici; und 4. in der Gegend von Bela Crkva am Südfall des Crnokosa-Rückens.

<sup>41)</sup> Siehe die Berichte T. KORMOS'S und E. JEKELIUS'S, sowie L. v. Lóczy jun.'s a. d. Jahren 1917. beziehentlich 1919.



Südlich von Gornji-Milanovac verengt sich das weite Despotovica-Tal plötzlich und schneidet durch in der 8 Km. langen Brgjanska-Klissur den Serpentin, bei der Eisenbahnstation Brgjani liegt in der unteren Mündung der Schlucht mit 30° südlichem Einfallen ein gelbes kieseliges Gestein, mit poröser dichter Hydroquarzit-Unterlage auf dem Serpentin. Dieses Gestein erscheint durch dunkelgrauer Kalkstückchen durch den Schutt von dunklen Halbjaspis und Serpentin mit kantigen oder wenig abgenützten Stückchen breccienartig. An Stelle der ausgewitterten dunkeln Gesteinskörner entstanden Hohlräume, die mit den Rhomboid-Formen grosser Dolomitkristalle ausgekleidet sind.

Ebenso sind die Wände der Auslösung zufolge entstandenen Hohlräume mit wasserhellem Quarz, Amethyst, Pyrit, Arsenopyrit, Chalkopyrit-Kriställchen und Diabas besetzt.

Die Schichtenreihe wechselt mit grauem Ton und aus graulichweißen lockeren, reinem Quarzkörnern bestehendem Sandstein und ist durch schuppenartige Aufeinanderchiebung mit dem Serpentin zusammen so zusammengebrochen, als ob das zwischen den Tertiärschichten einen Dyke bilden würde.

Derselbe gelbe, breccienartige, mit Hohlräumen versehene, dichte Hydroquarzit ist auch am oberen Ende der Klissur beim Eisenbahn-Haltestelle Samedraž aufgeschlossen. Hier wird in großen Steinbrüchen und mit maschineller Zerkleinerungsarbeit der Stein zum Bahnbau und zur Straßenbeschotterung gewonnen. Die Schichten fallen nach Südwesten ein; an der rechten Talseite ist ein kahler Bergabhang, in der Mitte eines einmündenden trockenen Grabens erhebt sich ein dunkler Serpentin; in diesem ziehen zwei Bänke in gelben breccienartigen kieseligen Schichtbändern nach Südwesten, oder mit nach dem Inneren des Berges gerichteter Neigung. Den Aufschluß von außen betrachtet, würde jederman diese Schichten als mit dem Serpentin wechsellagernd betrachten.

Von dieser Auffassung ausgehend trieb die technische Leitung am Fuße des Berges oberhalb dem Pochwerk nach Südwesten einen Stollen, indem sie mit Sicherheit darauf schloß, daß man gegen das südwestliche Gehänge der Bergnase hin mit dem Stollen das wertvolle Gestein erreichen werde.

Diese Hoffnung aber erfüllte sich nicht, da der Stollen bis ans Ende im Serpentinmaße ist von schuppenartigen Verwerfungen begleitet und läßt sich die Erklärung dieser Lagerung geben. Die Mineralausfüllung der Hohlräume würde ich gleichfalls den längs den Spalten der Verwerfungen aufsteigenden Thermalwässern zuschreiben.

Die Lithoklase der Serpentinmaße an der Wand der Brgjanska-Klissur sind in gewölbartiger antiklinaler Anordnung, aber am oberen Ende der Klissur, oberhalb der Steinbrüche im Neogen von Samedraž fallen hier wieder nach Nordwest; wo vom Neogen abgesondert, mit dem Einfallen nach SW unter 80° der kretacische harte graue Mergel und Sandstein ebenfalls mit dem Serpentin in Kontakt tritt und Pyrit führt.

Vielleicht haben von Samedraž her die Neogenschichten über den verbrochenen Serpentin hin Anschluß an die neogenen Schichten von Takovo.

2. In Čačak, auf der niederen Schotterterrasse der Morava führt die Straße von Guča bis an den Fuß der Jelica planina. Diese Terrasse liegt 8—10 m. über dem Denudationsgebiet der Morava. Eine höhere von Schotter bedeckte Terrasse als diese sah ich weder hier, noch vor Gornji Milanovac bei der in der Mündung des Despotovica-Tales bei der Eisenbahnstation Brgjani aufgeschlossenen gleich hohen



Terrasse im Čačaker Becken. Bei Kraljevo aber an der Mündung des Ibartaes sieht man einen mächtigen Schotter-Schuttkegel, der westlich von Kraljevo in einem tiefen Einschnitt von der Eisenbahn durchschnitten wird.

An der aus der Talebene gegen Guča hin ansteigenden Strasse beissen auf Schritt und Tritt unter der pleistocänen Tondecke die tertiären Schichten aus. Die pleistocäne Tondecke ist hier jener des vom Nordgehänge des Moravatales deckenden Tones gegenüber als dünn zu bezeichnen. Eine horizontal liegende Wechselagerung von blätterigem Schieferton, andesittuffartigem, Schotterigem Sandstein, lichtgrauen und gelben Mergelplatten und Sandsteinbänken begleiten die Strasse. Einstürze und Rutschungen machen die Spitzen uneben. Dort, wo die Strasse auf jenen 600 m. hohen Bergrücken hinaufgelangt, der zwischen den tief eingeschnittenen Tälern der Gemeinden Ježdin und Ložnica gegen den Hauptrücken der Jelica planina, von hier schon sanft, ansteigt, verleihen die dicken Bänke des gelben, breccienartig-konglomeratischen Sandsteines das Ansehen eines felsigen Terrains. An der linken Seite des Ježdin Dupliča-Tales befindet sich auch ein Steinbruch. Das kleinschotterige Konglomerat wechselt mit reinem und mittelkörnigem Sandstein, im Konglomerat sieht man bis Erbsengrösse Quarz, Phyllit und gelbe Mergelhügel. Das Einfallen des Sandsteines ist ein sanftes nach Nordosten. Weiter gegen den Hauptrücken hin erscheint an der Strasse breccienartiges rotes Konglomerat.

Am Jezdiner (Profil 83.) Grabenbeginn des Dupliča-Tales um die Steinbrücke der Strasse herum sind wir an den Südrand des Neogenbeckens von Čačak gelangt. Im Graben beißt ein gelblichweisser, kompakter Kalkfelsen aus, wahrscheinlich von kretacischem Alter, auf ihm liegen mit 45° nach NO einfallende gelbe, von kleinen Kalkstückchen breccienartig erscheinende Mergelbänke. Aus diesen wittern mit hellerer Färbung die Kalkstücke heraus, die Grundmasse des Mergels ist kieselig und erinnert mit seinen eckigen Höhlungen an das gelbe kieselige Gestein von Semendraž.

Auf die gelben breccienartigen Mergelschichten folgt lebhaft dunkelroter konglomeratisch-breccienartiger Sandstein. In ihm sitzen massiger weisser Kalk, Mergel und dunkle Ophitstücke. Von hier ist nur mehr auf 1 Km. Entfernung der 795 m. hohe Krjanska-Sattel des Jelica planina-Rückens, der von dem aus dem schon erwähnten Kreidekalk, den Werfener Schichten und aus Serpentin bestehenden Aufbruch aufgebaut ist.

Von Nordwesten her umfassen die Jelica planina die aus tertiärem Sandstein und Mergel bestehenden Schichten mit einer cc. 600 m. hohen Uferlinie und verbinden das Čačaker Becken mit den Neogenschichten zwischen Požega und Guča. Die von Jelica gegen Guča sich neigende Strasse im Niveau von 600 m. Seehöhe erreicht unterhalb der Glavica-Spitze am Gebiete der Gemeinde Todorovica neuerdings die tertiären tonig-sandigeren Schichten mit rutschendem einbrechendem Terrain und bleibt in diesen bis an die Mündung des Vranica-Tales. Aus dem Gučaer-Tal gegen Ivanjica übersetzend, sah ich am Vijenac 896 m. hohen Rücken gleiche graue und gelbe Sandsteinbänke und graue Mergellagen zwischen den Dörfern Lacevac und Svještica in 700 m. absoluter Höhe. Es wurden Bausteine daraus hergestellt. Dieser Sandstein erinnert an dem am Weg zwischen Čačak und Guča auftretenden Ježdiner Sandstein, sowie auch an den Sandstein der Djetinja Ovčarer Klissur. An beiden Orten dient er der Steinindustrie. Leider kann ich ihre Horizontierung mit Fossilien nicht festsetzen.

Wenn der horizontal gelagerte Sandstein, den ich nächst Ivanjica sah, ebenfalls eine am Rande des Beckens auftretende neogene Ablagerung ist, wie ich das zu



vermuten geneigt bin, in diesem Falle bedeckt die Neogendecke den Rücken der Berggegend von Dugaračevo, die sich an der rechten Seite des Moravica-Tales bis 700 m. erhebt, längs der Stražavicaer-Strasse und auch die 600 m. hohe Krotac-planina.

Das mit dem Čačaker Neogen auf dieser Weise zusammenhängende Požegaer Tertiärbecken steigt nach Nordwesten hin über die Bela crkva des Luznicatales gegen den 800 m. hohen Rücken der Crnokosa hin an und seine Uferlinien befinden sich an der Seite dieses in ungefähr 600 m. Höhe.

Auf der Reise von Uzice nach Valjevo erkannten wir in dem großen linksseitigem Duboko genannten Seitental des Luznicatales in cca 600 m. Seehöhe die tertiären Schichten, die von Ton umgebene grobe Schotterlager. Die Landstrasse zieht sich längs dem Dubokobach neben die Lušnica hinab und begleitet die rechte Seite dieser bis Bela crkva, wo die alte Klosterkirche in 420 m. Seehöhe steht. Die weite Talebene der Lušnica übersetzend, steigt der Weg dann im Ratkovica-Graben, in der Gemarkung der Gemeinde Trnava, nach Norden auf den Crnokosa-Rücken an. Oberhalb der Bela crkva, im Amphiteater der fächerförmig sich vereinigenden großen Talgräben, dehnen sich die Tertiärschichten in horizontaler Lagerung breit aus. Ihren ursprünglichen Zusammenhang aber störte die Erosion der neueren Talvertiefung, die nur auf den Bergrücken und an den Bergnasen noch isolierte tertiäre Schichtfetzen zurückliess.

Dem Luznicatal der Länge nach, von der Einmündung des Duboka-Tales bis zur Bela crkva, tritt unter den tertiären Ablagerungen an der Landstrasse der paläozoische Tonschiefer zutage; am Grund der amphiteatralischen großen Grabenteilung sieht man auch den Phyllit. Auf ungefähr 430—450 m. Seehöhe können wir den Untergrund des tertiären Bechens und auf 600 m. die Uferlinien verlegen. In der Luznicaer Tertiärbucht hat also die Erosion die Täler am Grunde des Tertiärbeckens übertieft. Es ist dies eine Beachtung verdienende Tatsache dem Becken von Čačak gegenüber, wo die tertiären Ablagerungen unter die in 200 m. abs. Höhe gelegene Sokle der westlichen Morava untertauchen und geneigt sind, während um Požega herum die übertiefende Erosion in kaum 300 m. sich zeigt. Auch das ist zu bemerken, daß in der Bucht von Požega-Bela crkva die tertiären Schichten horizontal gelagert sind, im Becken von Čačak hingegen beobachtet man, abgesehen von den Unregelmäßigkeiten, die von den Abrutschungen und Einbrüchen verursacht werden, an den beiderseitigen Gehängen ein gegen die Mitte des Beckenshin geneigtes südwestliches und nordöstliches Fallen der Schichten. Es spricht dies für eine allgemeine grabenförmige Einsenkung des Čačaker Beckens. Von den eigentümlichen Terrassengestaltungen der Moravica wird weiter unten die Rede sein.

Um Bela crkva herum sieht man an den Gehängen oberhalb der Landstrasse gelbliche und graulichweiße, kreideartige Mergelplatten und klingende kieselige, menilitische Platten. Oberhalb der Klosterkirche, an der Ansteigung der Strasse, liegt auf dem von der Gemeinde Trnava eingenommenen Phyllit der Bergecke horizontal ein grobes Konglomerat von Phyllit und Quarzit, auf welches grünlicher Sand und Ton folgt. Zwischen diese sind menilitische und dunkle Halbjaspis führende und hydroquarzitische Zwischenlagerungen. Nach oben hinauf beschließt die Schichtenfolge eine Wechsellagerung von Schotter und gelben Sand.

Den 800 m. hohen Rücken des Crnokosa nach Norden überschreitend, kommt bei Košjerici, dem Sitz des Bezirkes, die Valjovaer Strasse in 430 m. Seehöhe in das Skrapežtal herab. Die hier breite Ebene dieses Tales begleiten unterhalb Košjerici auf ein gutes Stück hin hoch ansteigend oberkretacische Schichten. Weiter aufwärts



nach Nordwesten aber breitet sich wieder das Becken der Neogenschichten aus. Dieses nimmt das Gebiet der Gemeinden Sječareka, Galovici, Brajkovici, Šubjel, Tubici mit denselben hypsometrischen und geologischen Verhältnissen ein, wie um Bela crkva herum das Neogen im 400—800 m. Niveau. Um Sječareka herum liegt das Neogen mit dem lokalen groben Schotter und Schotterkonglomerat auf dem paläozoischen Tonschiefer. Nördlich von Košjerici findet man menilitischen kieseligen Mergel und graulichweißen, schieferigen, kreidigen Mergel, sowie kieselige Geysiritmassen am Fuße des Serpentin-Peridotit-Massiv der Bukovska planina. Gegen Šubjel und Tubici hin deckt grauer Ton und lockerer Sandstein, Lignitflötze von ansehnlicher Mächtigkeit, welche, mit tonigen Sandsteinplatten wechsellagernd, unter 4—5<sup>0</sup> nach Nerdosten einfallen. Am Grunde des Bachgrabens ist in cca 450 m. Seehöhe der Ausbiß des Lignitflötzes. Die Mächtigkeit des Flötzes läßt sich im Aufschuß auf 10 m. schätzen. Den Heizwert des mitgebrachten Musters bestimmte das Laboratorium der kgl. ung. Geologischen Anstalt auf über 5000 Calorien.

Nördlich von Košjerici bewegt sich die Strasse im Kladrubatal gegen das Dorf Ražana hin in einer in den Serpentin eingeschnittenen Talenge. Um Ražana herum breitete sich in nordwest-südöstlicher Erstreckung zwischen Močici-Drenovc und Mionica in 10—11 Km. Länge, in einer 550—700 m. hoher Zone, auf dem Serpentin in Streifen auftretendes, ein aus Schotter-Konglomerat, Süßwasserkalk und menilitischen Mergelplatten bestehendes kleineres Neogenbecken aus. Nach Norden hin lassen sich die Uferlinien dieses Beckens auf der Bukovska-Seite gut fixieren, über die östliche Fortsetzung desselben haben wir keine Angaben. Es ist wahrscheinlich, daß auch das Becken von Ražana in Zusammenhang steht, oder vielmehr vor der Denudation in Zusammenhang stand mit jenem von Košjerici und mit diesem zusammen mit dem Becken von Skrapez-Požega.

#### b) *Die Neogenablagerungen der Berggegenden.*

Alle bisher kurz besprochenen tertiären Ablagerungen gehören zum großen ungarischen Neogenbecken und lassen sich als Endigungen der Koronita Jadar-Kolubara-Buchten und jener des Moravatales erklären. Eine besondere Besprechung erfordern jene tertiären Ablagerungen, die fern von den vorigen, isoliert und in größerer, 700—900, ja über 1000 m. Höhe am Umfang des Zlatibor-Serpentin-Peridotit-Massivs und in kleinen Flecken zwischen 1100—1200 m. auf der Tara planina aufliegen. Beachtenswert ist es, daß auch diese aus ebensolchen Materialien Schotter, Schotterkonglomerat, menilitischer Mergel, Halbjaspis und anderem Hydroquarzit, sowie aus Geysirit und pisolitischen Kalkablagerungen oder juvenilen Quellenprodukten bestehen, wie die vorher besprochenen Becken der Morava-Gegend, nur darin ist einiger Unterschied, daß die kieselsauren Ablagerungen in ihnen häufiger sind als in den vorigen.

Auf den Serpentin-Rumpfflächen der Quellgegend der Djetinja und des Vlk. Ržav, auf dem Gebiete der Gemeinden Bioska, Kremna, Keserovina und Nikajevci finden wir jetzt in isolierten Flecken die ursprünglich in Zusammenhang gestandene tertiäre Decke. Die tiefe Erosion der Täler schied die neogenen Inseln voneinander, die überhaupt auf den Rücken der Ophitformation sitzen. In Kremna aber vertiefen sie sich bis 700 m. unter die Djetinja Talsohle. In gleichtiefer Lage sah ich das Neogen an der Navavaroš-Užicaer Landstrasse, wo es auf von Dolinen durchfurchten Triaskalk auf dem Gebiete der Gemeinden Nikavči und Rožanstvo, ebenso in



Zbojstica in den Djetinja zustrebenden Derventabach in 600 m. in Begleitung von sehr vielen Hydroquarzit in geneigter Lage ist und nach Südosten mit härterem Süßwasserkalk oder Mergeldepositen im Pristericatal bis zum Vlk. Ržav sich erstreckt. Im Baujov genannten Quellbach des Vlk. Ržav sah ich das Neogen bis 600 m. herabsteigen. In tieferer Lage ist das Neogen noch zwischen Uvač und Vardište am Bijelo brdo-Sattel und an dessen Seiten vorhanden, wo es von 821 m. bis 500 m. sich herabsänkt.

Die von Bijelo brdo-Sattel gebrachten Pflanzenfossilien sind nach der Bestimmung Professor JOHANN TUZSON's die folgenden:

*Cinnamomum subrotundatum* ALB. BR.

*Grevilles Haeringiana* ETH.

*Cinnamomum polymorphum* ALB. BR.

„ *lanceolatum* UNG.,

„ *Scheuchzeri* HOOR.

*Acacia* sp.

Endlich ist noch die an der rechten Seite des Ržav zwischen Vardište und Dobrun gelegene kleine tertiäre Insel, deren Schichten von dem 900 m. hohen Seitenrücken bei Staničovac bis 600 m. herab sich ziehen, zu den tiefer gelegenen zu zählen. Ich muß aber betonen, daß den hochgelegene und horizontal gelagerten tertiären Decken gegenüber die tiefer herabreichenden Streifen sämtlich in gebogener Lage sich befinden. Am Bijelo brdo-Sattel und in Staničavac fallen sie parallel mit der Oberkreide nach Südwest, in Nikavai und Rožanstvo sind sie mit dem Triaskalk zusammen zerbrochen.

Zwischen Bioska und Kremna aber nahmen sie an den in der Ophitmasse erneuerten posthunen Dislokationen teil und nehmen einen grabenförmigen Einriß ein. Überhaupt deutet in sämtlichen hieher gehörigen tertiären Vorkommnissen das Herschen der Hydroquarz-Gesteine und der pisolitischen Geysirablagerungen auf die Tätigkeit der aufbrechenden juvenilen Thermalwässer und auf das Aufsteigen dieser in Brüchen. (Profil 55.)

Am höchsten fand ich tonigen Süßwasserkalk und mit Hydroquarzit-Schotter erfüllte tertiäre Schichten vor am Triaskalk-Plateau der Tara planina, auf dem Gebirgswege, der aus dem Derventaer Drina-Talabschnitt in das Bijeli-Ržav-Tal aus den Dörfern Bašarovina—Peručac in die Žaovina hinüberführt. (Profil 31—32.)

Auf den Ebenen Osluša und Oštra stena und in dem eigentümlich situierten 500 m. schmalen und 4 Km. langen, gerade gerichteten Krnja jela-Tal sind hier in 1100 und 1200 m. Höhe als neogen Ablagerungen zu betrachten.<sup>42)</sup>

Im Tale Krnja jela sind im Bohnerze und Raseneisenerzführenden Ton gelbe und dunkelgrüne, mit Hohlräumen versehene, poröse Hydroquarzite, Gerölle und eckige Stücke von Halbjaspis, auch Süßwasserquellenkalk und Mergel finden sich am Plateau. Krnja-jela ist zweifellos ein tektonisches Tal, welches eine nach Südost geneigte, Diploporen führende weisse Triaskalk-Tafel etwas schief schneidet und gegen den Talabschnitt bei Žaovina des Bijeli Ržav gerichtet ist; wie schon oben davon die Rede war, entspricht es der grossen Verwerfung von Peručac. Die Waldblösse des Krnja jela hat einen von Dolinen durchfurchten Untergrund; seine Oberfläche neigt sich von Oštra stena bis zur Spitze Metaljka nach Süden, am nörd-

<sup>42)</sup> O. AMPFERER und W. HAMMER sprechen gleichfalls vom Krnja jelatal. Sie berufen sich die Morphologie des Tales betreffend, auf einen mir unbekannten Autor Krebs. (Siehe l. c. pag. 690.)



lichen Ende erscheint bei Perućac die Mitrovac-Quelle, der die Drina speisende wasserreiche Quellbach kommt vom Krnja her.

Das reichliche Wasser in der am 14. Juni 1918 mit 6.0° C gemessenen Mitrovac-Quelle war inmitten eines wunderschönen dichten Waldes mit gemeisselten Steinen eingefasst und über ihr stand ein aus rotem Guttensteiner Marmor mit farbiger Aufschrift hergestellter Denkstein. Die beiderseitigen 200—250 m. hohen Anhöhen bedeckt gemischter Nadelholzwald, die allgemeine Dachhöhe der Schwarzkiefer und *Abies pectinata* überragen die massenhaften Stämme der prachtvollen balkanischen *Pinus omorica* um 5—10 Meter. Auf der Ebene Okluša mischt sich mit dichtem Unterholz Buche, Eiche, Crataegus und wilde Birne mit Schwarzkiefer. Es fiel mir auf, wie feucht der Kalkboden des Waldes in den Ebenen ist, der Wald der höheren Berge sammelt die Feuchtigkeit hierher zusammen. Nicht weniger überraschte mich auch das, daß auf der Tara planina die Dicke der Stämme verhältnismässig nicht groß ist; wenn an den Laubholzstämmen, noch an jenen der Nadelhölzer schätzte ich nach ihrer Dicke ihr Alter auf mehr als 80—100 Jahre. Diesen hohen Stämmen gegenüber bilden die Riesenexemplare der *Pinus austriaca* (?) längs dem Bijeli brdo und dem Šargan-Sattel, sowie die Eichen von 2 m. Durchmesser der Gegend von Banja bašta in niedrigeren Seehöhen-Niveau grosse Gegensätze. Auch das ist der Aufzeichnung wert, um wie viel reicher die Tara planina an Nadelholzbäumen ist, als die mit ihr in gleichen Höhe, ja höher gelegenen nördlichen Gvoždar-Povljen und südlichen Nova-Varoš-Plevje montenegrinischen Berge, auf denen die Laubbäume vorherrschend sind.

Die Fassung der Mitrovac-Quelle, sowie auch das neben ihr stehende Jägerhaus war bei meiner Anwesenheit i. J. 1918. zerstört. Auf guten Geschmack und Achtung der Natur von Seiten der Serben deutet es, daß sie die Quelle in ihren Schutz nehmen und sie mit hübscher Fassung und Denksteinen mit Aufschriften versehen. Nur in China sah ich noch einen gleichen allgemeinen Naturkultus, wie in Serbien. Gedenktafeln, Krieger, verunglückter Reisende verewigende Grabsteine, alle mit wortreichen Aufschriften in goldenen, blauen und roten Buchstaben findet man an den Wegen auf Schritt und Tritt.

Die Aufschrift der Mitrovac-Quelle lautet: Quelle des serbischen Königs Alexander I. Errichtet im Jahre 1898. Am Tage Allerheiligen errichtete unter Aufsicht des Užiceer Försters auf der Waldwiese des Ignac Mirković von Abraham Csik.

Auf der Strasse zwischen Novavaroš und Užice, auf dem wasserscheidenden Rücken des Vlk. Ržav und des Djetina, auf dem 800 m. hohen Plateau des Pečina, Ježerina, Rudinica und Poljana fand ich in grosser Ausdehnung in rotem eisenreichem Ton sitzende gelbe und rote oder weisse, mit Hohlräumen versehene, feuersteinartige Hydroquarzit-Stücke in Kopfgrösse, ja Pferdeschädel-Grösse. In den eingeschnittenen Wasserrissen sind sandige und tonig mergelige Schichten mit kleinen Schotter aufgeschlossen. In diesen Schottern sind auch gerollte aus fliessenden Wässern stammende Stücke, während die an der Oberfläche herumliegenden, wahrscheinlich von der Denudation zurückgelassenen grossen Feuerstein- und Hydroquarzit-Blöcke kantig sind. Die mit weissem kreidigem Mergel wechsellagernden unteren kleinschotterigen Schichten fallen bald nach Osten, bald nach Westen ein.

DR. T. KORMOS und DR. E. JEKELIUS berührten während ihrer Reise i. J. 1917. ebenfalls diese hydroquarzitischen, mergeligen Lager und illustrieren sie in ihrem Bericht (pag. 76—77) mit Wort und Bild gut.



Schon in ihrem Bericht bemerkte ich, daß diese Ablagerungen nach Westen hin bis Kremna sich erstrecken.

In Kremna (Profil 54) nächst der Gensdarmerie-Kaserne gingen aus den Laudon-Schanzen hervor dunkelbraune, rote und grau buntgefärbte kieselige, feuersteinartige Pisolite, menilitische, kleine hirsekorn-grosse, gefleckte, oolitische Mergelplatten, Ostracoden führende graue Mergelplatten und Pflanzenreste enthaltender tuffig—kreideartiger weisser Mergel etc. Unter den aus der Gegend von Kremna gebrachten Pflanzenresten fanden sich nach der Bestimmung Professor JOHANN TUZSON's *Pinus holothana* UNG. *Caesalpina europaea* UNG. und *Poacites aequalis* ETH. Die Gesteine erstrecken sich bis zum Fusse des Šargan-Sattels und stehen über Keserovina und den Gradanska-Berg hin mit dem Süßwasserkalke von Bioska fast in Zusammenhang. (Profil 55). Auf dem 800 m. hohen Plateau des Gradansko fand ich Süßwasserkalk mit Schnecken (*Helix*, *Pupa*, *Succinea*) Oberhalb der Gensdarmerie-Kaserne von Bioska, auf dem Sattel zwischen den Triaskalk-Spitzen Gradina und Branovaglava, erheben sich aus Süßwasser pisolitischem Kalk bestehende Querkuppen; am Fusse dieser finden sich in harten Süßwasserkalk-Bänken reichlich die Abdrücke von *Helix* cf. *arbustorum*, *L. Helix* (*Xerophila*) *striata* MÜLL., *Pupa* sp. (reichlich) *Limnaea* sp. *Melanopsis* sp. und jetzt lebende Festlands-Schnecken, Rohr- und Schilfüberkrustungen, sowie torfartige Lignitspuren unter dem Lignit beweisen auch hier in der beiläufigen Seehöhe von 800 m. den Boden des einstmaligen Festlands-Serpentins; westlich von Kremna sah ich auch am Fusse des Šargan-Sattels in der Höhe von cc. 760—800 m. Querkuppen und reichliche Ausbisse.

Östlich von Kremna, an der rechten Seite des Sušica genannten grossen südlichen Seitenbaches des Djetinja, breitet sich zu beiden Seiten der Cajetinaer Strasse von Užice — hier schon auf obertriadischem Kalkgrund — die Fortsetzung der Kremna-Bioskaer Neogendecke aus, die über Rožanstwo bis zum Quellenursprung des Vlk. Ržav reicht, wie hievon schon vorhin die Rede war. Licht graulichweisse, kreidenartige weiche Mergel herrschen hier und ziehen sich am Ljubjen-Kalkplateau hinauf, auf dessen 832 m. hohen Pleša genannten Anhöhe bei der Hausgruppe Palinovci Schotter mit Hydroquarzit und Ophit am Kalk sitzt und mit dem kreideartigen Mergel wechsellagert, der in Gruben gebrochen wird. Auf der topographischen Karte sind diese Gruben als „Kreidebruch“ bezeichnet. Nur die kleinen Neogen-vorkommnisse von Novavaroš und Stariševac wären noch zu erwähnen.

In der Gegend von Novavaroš, in 1100 m. Höhe, am wasserscheidenden Sattel zwischen dem Lim und Uvač, sowie in den Bergeinsenkungen der linken Seite des Bistricatales sah ich horizontal gelagerten, kremgefärbten Mergel. Zwischen Vardište und Dobruca in Stanisevac ist auf ebensolchem mergeligem Ton ein Süßwasserkalk, der mit *Helix* (*Arionta*) *arbustorum* L. erfüllt ist. Von eben hier brachten wir, nach der freundlichen Bestimmung Dr. ZOLTÁN SCHRÉTER's; *Pupa* sp., *Limnaea peregra* Müll., *Melanopsis* sp. aff. *Mel. praemorsa* (recent) und *M. Arsimona* Brug. An allen diesen Orten bestehen die tertiären Schichten aus identen Gesteinen. Menilitische, kieselige Mergel, färbiger Hydroquarzit, Jaspis- und Ophitschotter, Pflanzenreste enthaltender, weißer, weicher kreideartiger Mergel (Wiener-weiß), Ostracoden führender Mergel, zu oberst Süßwasser-Quellenkalk mit vielen recenten Festlands-Schnecken finden sich darinnen. Die menilitischen Mergelplatten aus den Buchten der Morava und Kolubara-Becken fehlen ebenfalls nicht. Die Pflanzenreste wurden von Dr. JOHANN TUZSON und Dr. EUGEN JABLONSKY als oligocäne bestimmt, die Schnecken aber sind mit den auch jetzt lebenden ident. Die Tertiärschichten



scheinen also vom Oligocän bis zur Gegenwart sich erstreckende Festlands-Ablagerungen zu vertreten, wenn wir uns nämlich, die Pflanzenreste mit das oligocäne Festland überdauernden Klima und überdauernder Flora bis zum Pleistocän ungeändert bestehend betrachten, so sind die Ablagerungen doch mehr als jungtertiäre levantinische oder aus der Pleistocänzeit herstammend vorstellen.

Sicher aber ist die allgemeine juvenile Thermalquellen-Tätigkeit in der Umgebung der sämtlichen Neogenablagerungen. Diese lieferten den Schottern der tertiären Ablagerungen den vielen Halbjaspis und den Hydroquarzit.<sup>43)</sup>

Diese thermalen Ausscheidungen sind wie wir sahen, nächst der Grenzen der Ophitmassen, ob am Kontakt mit dem Paläozoicum, oder jenem mit dem obertriadischen Kalk im Serpentin anstehend und gelangten mit der neogenen Denudation in die Seen. Indessen finden sich der weiße Quarzit der paläozoischen Schiefer und ebenso die Stücke der phyllitischen Quarzbreccie unter den neogenen Schotterlagern. Dazumal mögen in der mittelserbischen aus paläozoischen Schiefen bestehenden centralen Zone viel höhere Berge gewesen sein, von diesen konnten die rasch fließenden Wässer den mehr widerstehenden Schutt und die Gerölle auf die umgebenden Kalk- und Ophitgebiete getragen haben. Als ein solches Becken betrachte ich das Tara planina—Krnja-jelo-Tal in 1100—1200 m. Höhe. Damals bestand der Cañon zwischen Višegrad und Banjabasta im Drinatal noch nicht, sondern ein zusammenhängendes Terrain fiel von der centralen Zone nach Süden ab.

Gleich hoch gelegene Neogenlager verzeichnet F. KATZER auf seiner geologischen Übersichtskarte von Ostbosnien; am obertriadischen Kalkplateau des Šemec, Tesla planina in 812—868 m. und in der Gegend von Rogatiča in 796—676 m. Höhe befinden sich solche. Es ist wahrscheinlich, daß auf der einstigen zusammenhängenden Peneplen-Rumpffläche von Ostbosnien über Serbien und Novipazar hin bis Montenegro und Nordalbanien kleinere und grössere Süßwasserbecken als Poljeseen sich ausbreiteten.

Ursprünglich standen sie vielleicht auch in grösserem Zusammenhang mit einander und nur die rückwärts wirkende Erosion der Flüsse schied sie von einander und zerstörte sie. T. KORMOS, E. JEKELIUS,<sup>44)</sup> E. VADÁSZ<sup>45)</sup> und T. KOSSMAT<sup>46)</sup> geben in ihren Berichten näheren Aufschluß über die Neogenlager der südlichen Plateaus.

In Plevlje sind in 769 m., in Sjenica in 1000 m., in Tutinje in 806 m., um Berane in 670 m. Höhe neogene Becken. Die Čehotina-, Lim- und Uvač-Flüsse zapften diese Becken ab. Die kulminierende Region der einstigen Seen läßt sich auf die Gegend der Kalkschollen zwischen Novavaroš, Novipazar und die Quellen des Tara Lim festsetzen. Die atavistischen Reste des uralten neogenen Zustandes stellen die nahe bei Novavaroš zwischen den Kalktafeln des Mučanj 1517 meter, Kadina stena Boždarin 1387 m., Biljevina 1432 m. des Javor-Gebirges liegenden periodischen kleinen Seen Ježero und Korito in über 1200 m. Höhe, fern im Süden aber zwischen Gusinje und Plav der nahe 5 Km. lange Sumpf Plavsko blato (auf der Übersichtskarte 1:200.000) in 900—980 m. Höhe dar. E. VADÁSZ registrierte am

<sup>43)</sup> Jenes Hydroquarzitlager, welches Dr. TOMAS SZONTAGH auf pag. 9. seines serbischen Berichtes v. J. 1916. aus der Gegend von Kraljevo beschrieb, steht wahrscheinlich ebenfalls mit den tertiären Ablagerungen in Zusammenhang. Im Mühlsteinbruch des Orlovacberges in Krjackaréka-tal sitzt der Hydroquarzit nach Szontagh in 460 m. Höhe.

<sup>44)</sup> l. c. pag. 66—67. <sup>45)</sup> l. c. pag. 3—36. <sup>46)</sup> l. c. pag. 175—178.



Ufer des in 900 m. Höhe gelegenen Sees drei Terrassen in 825, 960 und 980 meter Höhe.

Im Monat September 1918 besuchten wir den Jezero (Profil 25.), fanden aber kein Wasser in ihm, dagegen war das Heu der prächtigen Bergwiesen auf ihn in Haufen zusammengelegt.

Nach bei dem Gendarmerieposten im Dorfe Močioci eingeholten Informationen bleibt weder im Becken des Jezero, noch in jenen des Korito Sees das Wasser stehend. Auch der von Dolinen durchfurchte Boden dieser kleinen hochgelegenen Poljen bekräftigte uns die Angaben der Dorfangehörigen, die von Seen nichts wussten.

Südlich der hohen Wasserscheide der Tara, Lim und Uvač-Flüsse fällt das Terrain plötzlich gegen den Ipek (536 m.), Mitrovica (516 m.) ab und obgleich es noch neben dem nach Norden gerichteten Ibarfluß liegt, fällt es südlich von der orographischen Zone, die in der nordöstlichen Erstreckung der erwähnten über 2000 Meter hohen Wasserscheide gelegen ist und die in dem engen Talabschnitt des Ibar zwischen der Mokra planina und dem Kopaonik-Gebirge durchschnitten. Die von den Ipeker und Mitrovica-Prisianer tertiären Schichten eingenommenen Becken, obwohl jetzt das erstere vom Weißen Drin gegen die Adria hin, das zweite aber von Ibar gegen die Donau hin abgezapft wird, befinden sich doch morphologisch in der gegen Aegäische Meer hin abfallenden Gegend und gehören mit den Becken von Djakova, Prizren, Kalkandelen und Skopje (Üsküb) herum zur Wassergegend des Flusses Vardar. Hohe Gebirge umgeben diese tiefliegenden Becken und diese werden von den tief eingeschnittenen Tälern des Weißen Drin, Ibar und Vardar nach drei Richtungen hin durchschnitten.

Aus einer Studie J. Cvijić's,<sup>47)</sup> ferner aus den Berichten T. KORMOS's, E. JEKELIUS's und E. VADÁSZ's<sup>48)</sup> können wir die Becken von Ipek-Metohija und Berane etc. Alle diese können wir als der vom egäischen Meer heraufreichenden Neogenbucht zugehörig betrachten. Unter ihren Fossilien sind Congerien, Viviparen vorhanden,<sup>49)</sup> woraus man vielleicht auf ein Kommunizieren der pannonisch-pontischen und levantischen Gewässer des ungarischen Beckens über das Rigómező (Kosovo-polje) und die Wasserscheide der Morava-Vardar gegen die limnischen Teile des egäischen Meeres hin schliessen kann. Seit langem vermute ich die Richtigkeit dieser Behauptung.

Eine weitere Frage ist noch, ob diese tertiären Binnensee-Schichten auch gegenwärtig in ihrer ursprünglichen Seehöhe sich befinden, oder ob sie mit ihren Rumpfflächen zusammen durch periodische Hebungen und Senkungen in verschiedene Höhen gelangten?

Die in den Neogenbuchten jenseits der Donau und der Grazer Bucht erworbenen neueren Erfahrungen wiesen die tektonische Gestörtheit der neogenen Ablagerungen nach.

<sup>47)</sup> Die dinarisch-albanische Scharung. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Math. naturw. Cl. CX. I. Abt. 1900. pag. 444. (8.)

<sup>48)</sup> L. c. pag. 175.

<sup>49)</sup> Siehe KORMOS u. JEKELIUS's Bericht. KORMOS l. c. p. 65, BOUÉ und Viquesnel citierend und ZOLTAN SCHRETER's Bestimmungen der Sammlung ALBERT PÉCSI's benützend. Die Reste von *Congeria ornitopsis* Brus., *Vivipara Viquesneli* Desh., *Congeria balatonica* aff. M. NEUMAYR nennt aus dem Ipeker Becken und setzt mit PAVLOVIC zusammen voraus, daß in dem Becken von Ipek die Schichten der pannonisch-pontische und der levantinischen Stufe vorhanden sind.



Der Vergleich der serbischen tertiären Ablagerungen mit den mehr-minder ausgedehnten Binnensee-Schichten, die auf dem Gebiete der Gebirgszüge in Bosnien und in den dinarischen Zügen aufgefunden wurden, sieht gleichfalls noch der Untersuchung entgegen.

Mit dem großen 1700 m. mächtigen, Braunkohle enthaltenden Becken von Zenica und von Dolnji Tuzla beginnend, erfordern zahlreiche Karstbecken, die Krainer an der Kulpa und das Trifailer Becken, ebenso die tertiären Ablagerungen von gleicher Lage an der unteren Donau, in Epirus-Macedonien, ja wie in Kleinasien und Persien, ein einheitliches Studium.

#### 8. Bildungen der Pleistocänzeit.

Über die pleistocänen Ablagerungen Westserbiens kann ich nicht viel sagen. Unsere hierauf bezüglichen Daten sind noch sehr lückenhaft und unverlässlich. Die bisherigen Untersuchungen erfolgten mehr im Rahmen der morphologischen Konjekturen und berücksichtigten weniger die geologische Momente. Die Seltenheit der fossilen Tierreste, namentlich aber das Fehlen der Wirbeltiere, verursacht die Unsicherheit in der Horizontierung der Pleistocänbildungen.

Von den von mir bereisten serbischen Gegenden kann ich behaupten, daß in demselben die festländischen Pleistocänablagerungen nicht sehr mächtig sind.

In der Umgebung von Belgrad, um das Avala-Gebirge herum und auch bei Arangelovac ist der Löss und die gelbe Bohnerztondecke nicht stärker, als 5—6 m., als aus niederfallendem Staub entstandene Decke überdeckt Berg und Tal. Auch die grosse Zahl und das zerstreute Vorkommen der Belgrader Ziegelschläge und Ziegelfabriken stammt daher, daß aus der nur 5 m. dicken Lössdecke das zur Erzeugung geeignete Material von geringer Mächtigkeit ist und unter ihm die Tertiärschichten überall hervortreten. Es ist dieses umso auffallender, als vis-à-vis in Zimony und in Slavonien bis zur Drinagegend hin, sowie auch am Titeler-Plateau die grosse Mächtigkeit der Lösswände die sehr bedeutende, 30—40 m. betragende, Mächtigkeit des Pleistocäns verkünden. Die dünne Decke des Löss beobachtete ich auf den Anhöhen, die Save am rechten Ufer begleiten und um Obrenovac, Šabac und Ložnica herum. An den Gehängen der ersten aus der Saveebene sich erhebenden Anhöhen treten die Gesteine des Grundgebirges oder pannonischer Ton und Sand hervor. In den letzteren sind bei Ostružnica und Umka-Baric in 2 $\frac{1}{2}$  Km. Länge grosse Abstürze an den 45—70 m. hohen Uferwänden. Oberhalb Obranovac zwischen Novoselo und Podgorica, wo die Save im grossen Bogen das Steilufer verläßt, befinden sich unter der aus wechselnden rotem Ton und Löss bestehenden dünnen Pleistocän-Decke horizontal geschichteter grauer Ton und gelbes Sand-Lager. In Duboka schliessen grosse Abstürze das Hohe Ufer auf.

Zweifellos sind die pontischen Schichten in ihnen enthalten. Von Šabac südwärts gegen die Ostendigung des Cer planina bis zur Seehöhe von 200 m. hin vorgehend überlagert bis kaum 100 m. über der Saveebene die Pleistocändecke die sanft nach Norden sich neigende Hügelgegend. Es ist das ein sehr toniger gelber Luß; so tiefe Wege und Wasserrisse, wie solche in ungarischen Lössgegenden, namentlich jenseits der Donau, das Terrain charakterisieren. gibt es hier nicht, was, wie in dem Gebirge von Belgrad, die dünne Ablagerung und tonige Beschaffenheit des Löss beweist. In den Gräben tritt der pontische Untergrund oder der paläozoische Tonschiefer und Kalk schon bei den ersten 200 m. Seehöhen zutage: auf dem 300 m. hohen Sattel vor dem Dorfe Tokeris aber treten die von granitlakko-



litischen Pegmatit durchzogenen metamorphosierten Schiefer der Cer planina unter der gelben Tondecke hervor. Diese gelbe Tondecke bin ich genötigt bei ihrer graulichen Färbung mehr für ein lokales alluviales Verwitterungsprodukt, als für einen subaerischen Staubfall zu betrachten. Von Tekeris am Gehänge gegen das Jadartal hin oder am Südfall ist eine als Löss zu nennende Pleistocenbildung sozusagen nicht vorhanden. Dasselbe beobachtete ich auch in Loznica, an der nach Žavlaka und Krupanj führenden, gegen den 256 m. hohen Trseski brijeg hin ansteigenden Strasse. Zu oberst in 35 m. Höhe über der Savaebene ist der Schotter von gelbbraune Eisenkugeln enthaltendem Ton bedeckt.

Es ist die Drina-Terrasse, die man mit den Augen an der Save abwärts gegen Kožjak hin verfolgen kann. Südlich von Loznica an den Gehängen der Gučevo planina und ebenso an den Seiten des Radaljtales an der Südseite des Gebirges ist keine Spur von Löss vorhanden. Auch das Drinatal ist frei von ihm. Diese Armut an Löss in den gegen die Save gerichteten serbischen Hügellagen schreibe ich dem zu, daß diese sich den herrschenden nördlichen und nordnordwestlichen Windrichtungen zuneigen, demzufolge sie zur Anhäufung des fallenden Staubes, die an den windstillen, (schattigen) Seiten erfolgt, nicht nur nicht geeignet waren,<sup>59)</sup> sondern im Gegenteil unter der zerstörenden und Staub entfernenden Einwirkung der Deflation standen.

Das Fehlen des Löss in größeren Höhen als 200 m. können wir auch damit erklären, daß zur Pleistocänzeit eine dichte Waldvegetation die serbischen Berge bedeckt.

Dieser Wald begünstigte die Anhäufung und Bindung des fallenden Staubes nicht, weil dies meinen ostasiatischen Erfahrungen nach an starken Graswuchs und an sommerlichen reichlich wuchernden Wiesenrasen gebunden ist.

Bestärkt sehe ich diese Auffassung darin, daß in dem Valjevo—Kolubara-Abschnitt, ferner in dem westlichen (Goljiska) Moravatal und um Gornji Milanovac herum der Löss und der gelbe Ton die nach Süden gerichteten sanft abfallenden Talgehänge dick bedeckt, während der Löss und Ton an den gegenüber liegenden, nach Norden gerichteten Seiten sozusagen gänzlich fehlt.

In Gornji Milanovac, sowie im Inneren der Belgrader Hügelreihen und in den Tälern der Šumadija, auch in den Talgründen, ist der pleistocäne Ton vorhanden. Der in den grossen Aufschlüssen der G. Milanovac—Lajkovac Eisenbahn beobachtete bunte Ton von dunklem Aussehen, den ich übrigens mehr als das Verwitterungsprodukt des Kreidemergels und vielleicht auch als Verwitterung der tertiären vulkanischen Andesit-Dacit-Aschenfalle — als Nyirok — betrachte, herrscht an der südlichen Seite der Wasserscheide der Eisenbahnlinie als Staubfall von weit entfernter Entstehung bis zur Station Nakučani in 10—12 m. tiefen Einschnitten dieser Staubfall in grosser Mächtigkeit. Unterhalb Kriwaréka hingegen beist an der Nordseite der Untergrund unter der dünner werdenden Tondecke häufig aus. Auch hier sehe ich die Einwirkung der Winderosion und des Windschattens.

In 400 m. überschreitenden Höhen Westserbiens sah ich berücksichtigungswerte Ablagerungen vom Löss und pleistocänen Ton nicht.

Ich habe noch zu erwähnen, daß nicht nur um Belgrad herum und in Gornji Milanovac der Löss die Talsohlen dünn überdeckt, sondern daß ich auch oberhalb

<sup>59)</sup> Siehe Resultate der ostasiatischen Reisen Graf BÉLA SZÉCHENYI. Bd. I. pag. 484—487 (176—179) und p. 472 (154).



Belgrad zur Zeit des Ende September 1818. eingetretenen außerordentlich niederen Wasserstandes, der die Dampfschiffahrt auf der Save verhinderte, dem gelben Pleistocän und Löss im Flußbett sah. Ob dieser mit jenem auf den Hügelrücken lagernden Löss gleichalterig ist, oder einem überwaschenen regenerierten jüngeren Löss entspricht, wie das der am Ufer der mittleren Donau vorhandene altholocäne ist, das erwartet noch seine Entscheidung.

Der großen Mächtigkeit der Torontaler und Bácskaer aus Sand, Ton und Löss bestehenden pleistocänen Ablagerungen gegenüber versuche ich die geringe Lössdecke der septischen Hügel an der Save und das Vorhandensein des Tallöss mit der folgenden Hypothese zu erklären.

In jenem Zeitabschnitt, der nach unseren an anderem Ort mitgeteilten<sup>51)</sup> Studium das Austrocknen des großen Binnensees und seine begleitenden Sümpfe am Ende der Pliocänzeit resultierte, herrschte im großen ungarischen Becken und seiner Umgebung ein Wüstenklima. Es war die Zeit der Schotterablagerungen und Sandanhäufungen, mit zeitweise austrocknenden Flüssen. Vielleicht floß damals selbst die Donau nicht aus dem Becken heraus.<sup>52)</sup> Dann folgte auf das Wüstenklima die etwas feuchtere Lössperiode. Während des Wüstenklimas erfüllte der an die Graswiesen gebundene Staubfall die in der vorhergegangenen Zeit von den Kalkenbrüchen ausgewaschenen Gräben und glättete nach Art der Schneefälle die während des Wüstenklimas entstandenen Risse aus.<sup>53)</sup>

Als dann der noch feuchtere Zeitabschnitt der Holozänzeit mit dem heutigen Flußnetz eintrat, unterwusch die mit dem nach rechts Drängen der Save verbundene Seitenerosion die serbischen Anhöhen und griff unter der vom ungarischen Alföld südwärts sich verdünnenden Lössdecke die nordwestlichen Ausläufer des älteren Grundgebirges, namentlich aber die Neogensichten an. Mit dieser Erklärung halte ich den Löss der Hügelrücken und der Täler auch hier, wie in der Plattensee-Gegend<sup>54)</sup> für gleichzeitige Bildungen.

In der Saveebene können die pontisch-pannonischen, ja auch die älteren neogenen Schichten (sarmatischer und mediterraner Grobkalk) in grosser Tiefe sich nicht befinden. In Šabac erfuhr ich dies aus der Mitteilung des dortigen Apotheker's 4 oder 5 artesische Brunnenbohrungen erfolgten bis zu einer Tiefe von 40–200 m. In der resultatlosen Bohrung am Markplatz fand man ein schwarzes Gestein. (Permo-karbon Kalk?) Die übrigen Brunnen lieferten Wasser. Es ist wahrscheinlich, daß in Šabac aus den Neogensichten Wasser aufsteigt.

Viel besser vertreten in Westserbien die Bildungen der Pleistocänzeit die Terrassenschotter, als der Löss. Die detaillierte Horizontierung dieser ist aber mit noch grösserer Unsicherheit verbunden als die relative Altersbestimmung der Staubfälle. Auch die Unterscheidung als praeglaciale, interglaciale und postglaciale Bildung des Löss und des mit ihm vergesellschafteten Eisenerbsen-Tones halte ich für gezwungen an solchen Stellen, wo auf weite Entfernungen hin keine Gletscher sind und auch zur Pleistocänzeit nicht waren. Die im Löss sitzenden gelben und dunkeln

<sup>51)</sup> Geologische Bildungen der Umgebung des Balaton und Lagerung dieser nach Gegenden. Resultate d. wiss. Stud. d. Balaton. I. Bd. I. Teil, I. Hälfte des I. Abschn. 1913. pag. 423; 507–512, ferner pag. 580–591.

<sup>52)</sup> Geogr. gesellsch. wiss., allg., wiss. u. allg. wirtsch. Beschreibung d. Länder d. ung. Krone. 1918. p. 25, 31, 40 (Lóczy) u. p. 47 (Cholnoky).

<sup>53)</sup> Siehe pag. 493. I. cit. Balaton-Arbeit u. d. oben cit. Orte in meiner asiat. Mitteil.

<sup>54)</sup> J. B. pag. 502.



Bohnerz führende Tonlager und Linsen können eine lokale zeitweise Schwankung des Klimas oder eine mit Wasserabflüssen wechselnde Befeuchtung beweisen. Die im Löss vorfindlichen Molluskenreste, ja selbst Säugetierknochen geben nicht genügende Unterschiede zur Horizontierung des Löss.

Die gebräuchliche moderne Auffassung gruppierte die Pleistocän-Ablagerungen mehr auf Grund hypothetischer, als nach zusammenhängenden geologischen Beobachtungen nach Zeiten und Zuständen. A. PENCK und A. BRÜCKNER unterscheiden in ihren geistreichen Arbeiten von weitem Gesichtskreis fünf glaciale Zeiten, einen dazwischen fallenden interglacialen Zeitabschnitt, zwischen praeglacialen Ablagerungen zwei Deckenschotter-Lager und zwei fluvioglaciale untere und obere Terrassen und endlich eine holocäne Terrasse. Diese Gliederung empfiehlt sich natürlich auch zur Horizontierung der Pleistocänbildungen der aus den Alpen abzweigenden Gebirge. Je weiter wir uns aber von den Alpen entfernen, umso unsicherer und von zweifelhafterem Werte erweist sich das Befolgen der genialen Arbeiten PENCK—BRÜCKNER's. Diese können wir gegenwärtig nur für die Alpen annehmen, obwohl auch dort schon Mehrere die dogmaartigen Konjekturen der modernen Glaciologie angriffen und stark veränderten.

Auch in Serbien müßte, wie anderwärts, das Studium der älteren pleistocänen Ablagerungen von der Untersuchung der Schotterlager ausgehen.

Wenn wir von oben beginnen, haben wir es zunächst mit den in grosser Höhe gelegenen und mit den Ablagerungen der Süßwasser-Binnenseen zusammenhängenden Schottern zu tun. Im neogenen Tal der Tara planina und Krnja jela können wir die Ablagerungen mit Sicherheit den ältesten Wasserläufen zuschreiben.<sup>55)</sup>

Sie erinnern an die hochgelegenen Neogen-Schotterlager des Bakony und an die Augensteine der Salzburger Dachsteinhöhen.

Zu unterst aber in die Mündungen der auf die Saveebene gerichteten Flüsse erkennen wir in den mächtigen Schuttkegeln junge Schotterablagerungen.

Sämtliche grössere Balkanflüsse: der Vrbas, Bosna, Drina und der Kolubara befinden sich in ihren nahe der Save befindlichen Bergmündungen und auf der Saveebene in vertiefender Erosion, auf die Ebene austretend aber entsenden sie einen Schuttkegel gegen die Save. Diese Schuttkegel drängten dann das Bett der Save vom Fuß der einst unterwaschenen Hügel nach Norden. Dieses wies ich namentlich von der Hydrographie der Drina nach, es gilt aber auch für die übrigen Flüsse, deren Schuttkegel die Ebenen am rechten Ufer der Save hervorbrachten: wie Posavina und Mačva.<sup>56)</sup>

Die Terrassen an der Drina, Kolubara und dem Morava-Flüsse, aus deren übereinander gelegenen Lage wir auf ein höheres Alter derselben zu schliessen pflegen, unterscheiden sich wohl von einander.

Im Moravatal, um Belgrad herum und in der Kolubara-Talmündung sieht man ober dem Rande des Denudationsterrains kaum eine Terrasse. Auch im Abschnitt des Kolubara unterhalb Valjevo sah ich nur eine 8 m. hohe, mit Bohnerzton bedeckte Terrasse über dem Denudationsterrain, auch im Čačaker Teil der westlichen Morava sind niedere, sich verwischende Terrassen. Umso besser sind die Terrassen

<sup>55)</sup> Siehe oben pag. 114.

<sup>56)</sup> Am Vrbas-Schuttkegel beträgt das Gefälle bis zur Save per Kilometer 1'33 m., an jenem der Bosna 1'24 m., an dem der Drina 0'9 m. Am Kolubara ist das Gefälle 0'88 m., an der Morava nur mehr 0'49 m. Doch auch des dieser letzteren ist grösser; als der untere Lauf des aus Siebenbürgen austretenden Maros mit dem schönsten Gefälle zwischen Lippa und Szeged mit 0'35 m. pr. Km.



im Drinatal und an der Moravica entwickelt. Es wäre übrigens eine vergebene Bemühung, die Terrassen der Talabschnitte mit nummerierter Aufeinanderfolge, in den verschiedenen, mit einander nicht in Verbindung stehenden weiteren Talabschnitten als gleichalterig zu identifizieren.

Diese Talabschnitte werden nämlich von den unter die Talsohle hinabreichenden mächtigen Kalkmassen geschieden.

In den Klissuren dieser hat die Talsohle ein starkes Gefälle. Wir können es als sicher annehmen, daß anfangs in den Kalken das Wasser in einem unterirdischen Kanal floß und daß die nach rückwärts schreitende Talerosion in den darunter und darüber gelegenen Talabschnitten also zu verschiedenen Zeiten Terrassen bildete. Die nach abwärts gelegenen Terrassen konnten sich schon lange bevor ausgestalten, bevor die rückwärts schreitende Erosion mit dem über dem verstockten Bach eingestürzten Gewölbe die Felsenenge eröffnete und auch in dem über ihm gelegenen, aus weicheeren Gesteinen bestehenden Talabschnitt die Eisenkung und die mit dieser verbundene Terrassenbildung befördern konnte.

An der Drina waren drei solche grosse Kalkdämme, die auch jetzt noch als heranstürzende Strudel verursachende Schwellen im Tale quer stehen. Es sind diese: die um die Vereinigung des Lim und der Drina herum befindliche Kalkenge oberhalb Višegrad, die mächtige Schwelle der Kalktafel der Tara planina—Semeč—Tesla planina zwischen Szlop-Luka und als dritte Schwelle der paläozoische Kalkzug oberhalb Zvornik.

Nach diesen richten sich auch die Terrassen. Im obersten Talbecken um Priboj—Uvač herum und in der Gegend von Mededje erkannte ich erst zwei Terrassen: unterhalb Zvornik sieht man ebenfalls nur die Spur von zwei Terrassen, hingegen im Abschnitt der Drina bei Banja Basta und Rogačica erhebt sich ausserhalb des Denudationsterrains die Talseite mit vier Schotterterrassen in die Höhe.

Die breiten Stufen der Bergseiten im Inneren des Gebirges erwecken Zweifel darüber, ob in ihnen der Rest des Seebodens, oder eine Flußterrasse zu suchen sei.

Ein solcher Fall ist in Bioska, wo bei der Zeichnung von Užice kommend, unser Blick auf die lange horizontale Ebene von Gradansko fällt. Von ferne gesehen, würden wir sie als regelrechte Terrasse des Djetinjatales betrachten, darüber hinweggehend aber erkennen wir in ihr in den auf ihr sitzenden neogenen Ablagerungen und die Geysirkuppen des sumpfigen Süßwassersees der Gegend von Kremna.

Der tiefe Einschnitt des Djetinja schied die Gradanska-Ebene als Seeuferteil vom Seeniveau von Kremna.

Von zweifelhafter Entstehung ist die Terrasse, die im oberen Abschnitt des Uvač unter der Kokin brod Brücke der Strasse von Novavaroš—Užice in ungefähr 1000 m. Seehöhe sich weit ausbreitet und über der Talsohle in 250—300 m. gelegen ist. Die zerstreuten Großgemeinden Sjenista Brezno, Jasik, Rasnicio Dobro Zelico fallen auf diese Terrasse.

Der untere Lauf des Uvač vertieft sich um 400 m. bei Strpci in eine enge Schlucht und die einander sich nähernden Ljuta kosa (1108 m.) und Orlič Jablanički (1125 m.), am dessen Fusse in einer Kalkklissur der Uvač sich bewegt, lassen den von unten Kommenden gar nicht ahnen, daß hinter diesen Anhöhen bis Kokin Brod ein 16—18 Km. langes und 8—9 Km. weites Becken liegt. Ich halte es für wahrscheinlich, daß das in 1000 m. Höhe gelegene Becken des oberen Uvač, welches die Talbildung eingeschnitten hat, gleichfalls bereits die Sohle eines neogenen



Binnensees ist, nicht aber eine von der Flußarbeit zurückgebliebene Terrassenbildung.

Diese in verschiedenen Höhen befindlichen Ebenen, ob sie nun die Sohlen von Binnensee-Becken, oder am Flußrand sich hinziehende Terrassen sind, stehen in enger Beziehung mit jenen Beobachtungen BARON FRANZ NOPCSA's, die er in einer Fachsitzung der ungarischen geologischen Gesellschaft und gleichzeitig in deutscher Sprache in seiner Mitteilung unter dem Titel „Karsthypothesen (Verhandl. d. k. k. Geolog. R. Anst. 1918., pag. 119.) entwickelte.

Die Terrassen der Drina von Višegrad abwärts verfolgte ich mit Aufmerksamkeit.

Das Städtchen Višegrad liegt am rechten Ufer der Drina in 205 m. Höhe über dem Fluß auf einer cc. 10—12 m. hohen Terrasse. Am 10. November 1896 stand einer an der türkischen Brücke angebrachten Aufschrift zufolge das Überflutungswasser 15—16 m. hoch und floß über die Steingeländer der Brücke über. Zu dieser Zeit stand ein grosser Teil von Višegrad unter Wasser. Der durch die Stadt hindurch fließende Ržav-Fluß ergießt sich in einem in den Serpentin-Peridotit eingeschnittenen Schlund in die Drina. Die Terrasse des Städtchens reicht bis zu der Holzbearbeitungs-Anlage hinauf und begleitet auch abwärts auf ein gutes Stück hin den Fluß, der auch hier in einem Felsenbett fließt.

Auf der Sarajevoer Landstrasse am linken Ufer der Drina ansteigend findet man um das aus der Occupationszeit herstammende Malaria-Spital herum zwei Schotterterrassen, die eine maß ich mit dem Aneroid als 64 m. die andere als 72 m. über dem niederen Wasserstand der Drina im Mai gelegen. Diesen entsprechen die Felsen der Bergeinsattelung hinter der Spitze, die von den Ruinen des rechtsuferigen Stary grad gekrönt sind; die erwähnten Felsen liegen oberhalb der Eisenbahnstation Višegrad auf der Ebene des Rückens zwischen dem Ržav und der Drina. An der sarajevoer Landstrasse sah ich die am Semec-Plateau bis zum Konito-Rand höher gelegene, mit Schotter bedeckte Terrasse nicht. Jene Bergstufen, über welche der Weg hinaufzu sich wendet, sind die stufenförmig abgerissenen Schollen der Kreidekalktafel zwischen der Drina und dem Bijeli Ržav. Der abgerissene weisse Diploporenkalk und die gelblichen oberkretacischen Kalke gelangten bei dem Dörfchen Bristanica und Stary brod auch bis zum Flußniveau herunter, wo das Wasser sie bespült, um sie herum in der Höhe von 30—40 m. sieht man über dem mittleren Wasser des Juli 1917 ein Konglomerat mit kalkigem Cement.

Unterhalb Staribrod folgt das wilde Kalkkañon von Slop Luka ohne Terrassen. Unterhalb des Kañon im Dorfe Klotiljevo, in der Höhe von ungefähr 30 m. über dem Wasser, zeigt sich das kalktuffige Konglomerat wieder. Hier liegt es aber in um 50 Meter niederer Seehöhe und in cc. 10 m. oberhalb der untersten in 20 m. Höhe gelegenen Terrassenebene des Flusses in isolierten Flecken. Die zweifachen grossen Bogenwindungen des 25 Km. Cañons erkläre ich mit der Bildung der Höhle, die nach dem auf das dinarische nordwest-südöstliche Spaltensystem senkrecht gestellten pannonischen nordost-südwestlichen Spaltensystem zustande kam. Diese Höhle ließ das Wasser der Drina aus ihrem oberen Abschnitt unterirdisch auf den mittleren Lauf herabsinken. Im Cañon beträgt das Gefälle des Wassers 2·2 m. per Kilometer, über ihm 0·5, unter ihm bis Banja basta nur 0·15 m.

Von der unteren Mündung des gewundenen Cañons zwischen Stari brod und Klotiljevo bis Banjabasta eilt die Drina in gerader Richtung nach Osten hin in 16 Km. Länge. In diesem Abschnitt bekommt der Fluß von keiner Seite einen ausgiebigen Zufluß. Die Erklärung der Entstehung des pfeilgeraden Flußbettes suche



ich darin, daß ich es an der Stelle der eingebrochenen Höhlen-Flußdecke der Slop-Lukaer grossen Kalkschlucht sehe.

Das aus der Höhle hervorbrechende Wasser brachte von oben sehr wenigen Schutt mit sich, auch von der Seite kam keiner und darum entartete er nicht zu einem durch Schotteranschwemmungen gewordenen Fluß, sondern die gerade Richtung einhaltend, vertiefte er sein Tal, wie das beim Karstfluß zu sein pflegt.

Überraschend ist das Drinabett zwischen Klotiljevo und Banja basta nicht nur durch seine Geradheit, sondern auch dadurch, daß dies als ein genug weites 500 m., bei Dobrak 1 Km. breites Tal in den Felsengrund der Ebene sich vertieft. Die Tiefe des Bettes unter der schotterigen Talebene beträgt durchschnittlich 20—21 m. Das Wasser wäscht den paläozoischen Schiefer und die Werfener Schichten. Die felsige Terrasse überdeckt in 10—15 m. Mächtigkeit mit mittelgroßem Kalk zu Konglomerat cementierter Schotter. Auf die schotterig-konglomeratise Talebene neigen sich aus den Seitengraben aus größerem Schotter bestehende Schuttkegel herab. Um Banjabasta herum aber, bei der amphitheatralischen Vereinigung der tief eingeschnittenen Täler Rača mala und Pitjac befindet sich noch eine 10 m. betragende niederere Terrasse.

Die Linien des großen Wassers an den Kalkwänden der Luka Stop-Schlucht befinden sich, wie auch auf der Višegrader Brücke, in 15 m. über dem kleinen Wasser, wir können also die 20 m. hohe Terrasse des Derventa-Banjabastaer Talabschnittes sicher als ältere alluviale Terrasse der Gegenwart betrachten.

Das durch ein kalkiges Cement verbundene Schotter-Konglomerat und den Süßwasserkalk in isolierten Flecken auf der höheren Terrasse nächst Stari Brod und Klotiljevo sah ich an der linken Seite der Drina noch hinter den Dörfern Peči, Barakovici und Dobrak in den Mündungen der von Süden kommenden Bachtäler; auch das Städtchen Banjabasta breitet sich auf dieser Terrasse aus. Weiter unten um die Kirche von Rogačica, Bačevici, Togare, Ljubovija, Mihalja und Zvornik herum erkannte ich diese zweite 30 m. hohe Terrasse.

Die breite schotterige Talsohle zwischen Derventa—Banjabasta fällt mit dem in den Felsen eingeschnittenen Flußbett zusammen bis Zvornik an. Auch die Spuren der zweiten zergliederten Terrasse können wir bis Višegrad hinauf verfolgen, ja auch die Uvač- Pribójer Lim- und die Pračatal-Terrasse zwischen Mededje und Mesici können wir vielleicht dazurechnen.

Jene höheren Terrassen, die ich um Višegrad herum beobachtete, sowie die in der Gegend von Banjabasta und Rogačica gesehenen, noch höher sich erhebenden Terrassen aber lassen sich schon nicht miteinander vereinen.

In Višegrad maß ich oberhalb der Drinatal-Sohle in 64 und 72 m. Höhe (349 und 357 m.), hinter Banjabasta an der Bergnase Prisedo-Glavica um das Dorf Mačevina herum, berührte ich bis zum Drinatal drei Terrassen. (Profil 21.)

Die oberste oberhalb Mačevina erreichte ich von der 576 m. hohen Glavica monadnok herabkommend, in ungefähr 500 m. Seehöhe in 280 m. über der Drina-Talebene, unter gelben und roten Bohnerzton findet sich in ihr Menschenkopf große Flußschotter.

Die zweite Terrasse oberhalb dem Dorfe Mačevina in cca 400 m. absoluter Höhe, über den Drinatal in 180 m. besteht schon aus etwas kleineren Geröllen unter der Tondecke. Die Mächtigkeit beider Terrassen-Ablagerungen schätzte ich auf 15—18 m. Die dritte Terrasse oberhalb des Banjabastaer Spitals längs der 300 m. absoluter Höhen-curve befindet sich in 80 m. über Drinatal-Ebene und verschmilzt



mit der vierten Terrasse, auf der das Städtchen liegt. Diese vierte Terrasse hängt mit den Klotiljevoer Stary brdo und den Višegrader städtischen Terrassen mit den Koten 230, 232, 300, 313 m. zusammen und ihre Entstehung fällt in die Zeit nach der Eröffnung des Cañontales.

Nicht so steht die Sache mit den höheren Terrassen von Banjabasta, mit denen oberhalb dem Cañon die Schotterterrassen längst den Flüssen nicht korrespondieren.

Um Banjabasta herum hatte also die rückwärts wirkende Erosion der Drina vor der Tara planina—Ponikve-Tafel aufgehört und nur unterirdische Höhlenwässer speisten von oben die Drina. Eine hochgelegene Schotterterrasse fand ich noch auf der Rogačic-Valjevoer Strasse auf dem Tovarnica-Seitenrücken. Außer dieser in das Drinatal vorstossende Nase der Rogačicaer Kirchenterasse sind noch zwei mit Bohnerzton bedeckte, in einander fließende Schotterstufen vorhanden; diese liegen nach der Höhenschätzung mit dem Aneroid in 470 m. absoluter Höhe oder in 250 m. über der Talebene der Drina.

O. AMPHERER und W. HAMMER<sup>57)</sup> die die vier Terrassen von Banjabasta im 200 m. Kreis vom Drinatal gerechnet ebenfalls erkannten, fanden oberhalb Rogačica auf der Jelova gora, zwischen den Vlk. Prisedo und dem Crni vrh, in 791 m. absoluter Höhe, im Niveau von 600 m. über dem Fluß Schotterreste vor.

Diesen Schotter würde ich eher für aus den phyllitischen Quarzbreccie des Prisedo und Crni vrh ausgewitterten alluvialen Schutt, als für das Material der vom Drina-Wasser herbeigetragenen Schotterterrasse halten und betrachte ihn als der tertiären Denudation zugehörig.

Diese in hohem Niveau befindlichen Terrassen müssen wir als älter betrachten als die Vertiefung des Tales um Višegrad herum und über Višegrad; deshalb charakterisieren sie gut den anfänglichen Urzustand von verborgener unterirdischen Hydrographie der Karst-artigen Plateaus.

Die von der Tara planina—Ponikve planina-Kalktafel und von dem durch die Spitzen Leporaven (614 m.), Crvenka (767 m.), Klik (856 m.), Drangičevo (946 m.) und Prosek (1081 m.) gekennzeichneten süd-nördlichen aus paleozoischem Tonschiefer bestehenden Rücken herabkommenden Bäche fielen mit ihren Terrassen sicherlich steil gegen die Drina ab; ihre Reste müßte man an den Talgehängen oberhalb der beiden unteren holocänen Terrassen verfolgen.

Unterhalb Žvornik und Koviljača ist aber an der Spitze des Schuttkegels der Drina keine Spur der höheren Terrasse vorhanden.

Diese Tatsache regt zu einer weiteren Hypothese an, die Saveebene fällt in die sinkende Region des großen ungarischen Alföld, dieß können wir als durch die Bohrproben der artesischen Tiefbohrungen des Alföld festgesetzt annehmen. Diese Einsinkung, die von der Neogenzeit, der pannonisch-pontischen Zeit an, durch das Pleistocän hindurch bis zur Gegenwart mit zeitweise Ruhepausen anhält, wird von der mit gleichfalls pulsierender, bald rascheren, bald langsameren, ja selbst stillstehenden Bewegung abwechselnder Hebung begleitet. Dieser abschnittsweise pulsierenden positiven und negativen vertikalen Bewegung schreibe ich die Terrassenbildungen, die Meeresufer-Niveaus und die versunkenen Meeresuferränder (Kontinental schelf) zu. An der Grenze der sich erhebenden und versinkenden Gebiete können die alten Terrassen und Niveaus mit dem einbrechenden Grundgebirge unter das Niveau der Ebene absinken und verschwinden dann von der Oberfläche. Die alten Talsohlen

<sup>57)</sup> L. c. p. 691 (13).



und Terrassen gelangen auf diese Weise tiefer herab, als die jüngeren Terrassen<sup>58)</sup>, über ihnen baut der die Senkung aufschüttende Flußschutt im Tal einen immer höher und höher reichenden Schuttkegel aus. Die Rückwärts einschneidende Talerosion aber, indem sie in der sich erhebenden Gebirgsgegend immer größere und größere Quellgegenden eröffnet, umgeht die hohen Terrassen der alten Quellwässer des Flußes und reicht der Strömung entgegen tiefere neuen Terrassen als jene hinauf, welche an der Grenze der Ebene über den verschwundenen alten Terrassen sich in den Felsen eingeschnitten und mit Schotter bedeckt wurden. Bei dieser Auffassung können wir es verstehen, daß die niedergelegenen jüngeren Terrassen längs dem Fluße gegen das Quellgebiet desselben als hochgelegene älteren Terrassen des Flußmittellaufes höher hinauf reichen. Diese hoch gelegenen älteren Terrassen nahmen auf den obersten Teil des damaligen Flußes näher zur alten Wasserscheide ihren Ursprung, der untere Flußabschnitt der Ebene aber versank und die mit Schutt verdeckten alten Flußterrassen sind unter den jüngeren Terrassen verborgen. Auf den artesischen Ebenen längs der gegenwärtigen Flüsse bei Wien, Graz und Budapest erreichte man wiederholt mit den Bohrungen alte mit verstreckten Schotter bedeckten Talsohlen in den pliocänen oder holocänen Ablagerungen.

Auch in der Umgebung des Balaton glaube ich in geringerem Masse ähnliches feststellen zu könne.<sup>59)</sup> Mit derlei unterdrückten Terrassen haben sich meines Wissens die Geologen noch nicht befasst. Einzig in einer Arbeit RUTOT's die sich mit den Fundorten der belgischen prähistorischen Menschenreste befaßt, fand ich die diese Fragen berührenden hypothetischen Annahmen.

Derlei unter der jetzigen Oberfläche liegende Flußschotter können wir theoretisch am Fuß der sich erhebenden Berge erwarten, wo der Grund der Anhöhen, von einer größeren Absenkung begleitet wird, als im Inneren des großen Beckens. Es scheint als ob die Depressionen am Rande des ungarischen Alföld sich anordnenden Teiche und Sümpfe dieses wahrscheinlich machen würden.

Es gibt indessen auch Einsenkungen zwischen dem Bergen, wie eben im Wiener Becken und in der Umgebung von Budapest, wo der ältere Erosions- und Akkumulations-Horizont in den grabenartigen Einstürzungen tiefer hinabgelangte. An solchen Stellen sieht PENCK's Schule in den Alpen die aus den Aushöhlungen der Gletscher entstandene Talübertiefung. Diese Erklärung kann freilich an von der Gletschertätigkeit vollkommenfreien Stellen nicht Stich halten.

Die Terrassengestaltungen des Moravica-Djetinja westlichen (goljiska) Morava-Flußsystems sind nicht weniger interessant und eingehende Studien verdienend.

Am oberen Lauf der Djetinja bei Bioska diene der horizontale Rücken des Gradansko (in 800 m. Höhe) als obere Grenze der alten Talaushöhlung, denn er ist das Uferniveau der neogenen Schichten von Kremna. Abwärts bis Užice bewegt sich der Djetinja in einem ungangbaren Kalkcañon; diese sind gleichfalls mit der Eröffnung der Höhlen-Wasserbecken zu erklären.

Unterhalb Užice hat der Fluß keine scharf ausgeprägte fortlaufende Terrasse,

<sup>58)</sup> Siehe FR. NOFCSA: „Karstypothesen“, pag. 122 (9).

<sup>59)</sup> Siehe meine „Die geologischen Bildungen der Gegend“ etc. betitelte Arbeit pag. 475, 586 und 591 (Tabelle). Die dort gegebene Begründung und zeitliche Horizontierung aber stimmt mit dem hier Gesagten nicht überein. Die groben Schotter der tiefer herabgelangten überschwemmten Erosionsbasise muss ich als ältere pleistocäne Terrassenflächen in Budapest (—13 m.), in Wien (—21 m.) und in Graz (—16 m. unter dem 0-Punkt der Ferdinand-Brücke) voraussetzen, nicht aber als mit dem Schuttkegel des Steinfeld gleichalterig, nämlich als jünger holocän betrachten.



nur um die Station Gorjani herum und bei Požega sah ich zwei niedere Terrassen. Auch die Ovčar-Klissur bis zum Becken von Čačak ist ein Tal ohne in die Augen fallende Terrassen. Um Požega herum ist auf der Karte im Maßstab von 1:75.000 eine große Talebene als im Frühjahr überschwemmt bezeichnet. Das von allen Seiten, namentlich aber von Süden hereinfließende Wasser der großen Bäche kann im engen Bett der Ovčar-Klissur nicht schnell genug abfließen. Ausserdem kann die Požegaer Talebene auch der Schauplatz lokaler Einstürze sein. Von der Armut des Čačaker Beckens an Terrassen sprach ich schon; auch dieses Becken betrachte ich als Ort eines grabenförmigen Einbruches.

Unterhalb Ivanjica berührten wir an der Nase der linkseitigen Seitenbrücke des von Westen einmündenden Grabovica-Tales den Schotter von vier Terrassen. Diese Schotter stammen meist als eckige Stücke von weißem Quarzit und paläozoischem Tonschiefer aus den quarzbreccienartigen Bänken und Quarzadern her, es befinden sich unter ihnen aber auch abgerollte, gerundete Stücke. Gelber Ton überdeckt die schotterigen Flächen. Die höchste Schotterterrasse sah ich unterhalb des 812 m. hohen Zapiski-Gipfels. Die Höhe dieser über der Talsohle lässt sich auf 250—300 m. schätzen. Besser als die vereinzelt sich zeigenden hochliegenden Terrassenspuren sind die unteren Terrassen der Moravica entwickelt.

In der Umgebung von Ivanjica schnitten sich in der Seehöhe von cca 508 m. die fächerförmig sich verneigenden Bäche in das 8—10 m. tiefe Felsenbett ein. Diese breite, mit Schotter dünn überdeckte Talebene vertieft sich in den Felsengrund. Wir haben hier das Ebenbild der Talebene der mittleren Drina oberhalb Banja basta vor uns.

Auf der immer mehr sich verbreitenden Talebene fließt in der Länge von 15.5 Km. unverändert im Felsenbett zwischen steilen Ufern die Moravica bis zur Klissur zwischen den Bergen Gradina und Maleč, wo sich die Talsohle in 440 m. Höhe befindet. Das Gefälle des Flusses von Ivanica bis hierher beträgt 68 m., per Kilometer 4.3 m. In der 4 Km. langen Klissur schätzte ich das Gefälle des Flusses auf 60 m., was auf einen Km. ein 15 m. durchschnittliches Gefälle ergibt.

Bis Avilja vertieft sich dann die Moravica wieder in eine breite Talebene und fließt auf 10 Km. hin in einer Felsenschlucht. Ihr Gefälle beträgt cca 40 m., oder 4 m. auf 1 Kilometer. Unterhalb Avilja bricht die Moravica noch durch das Kreidekalk-Tor des Klik durch, dann gelangt sie auf die Ebene von Požega, auf der das Flußbett sich nicht mehr einschnitt. Von Boden des zeitweisen Teiches von Požega bis zur Ebene von Čačak beträgt das Flußgefälle noch 65 m., 13 Km. in gerader Richtung oder per Kilometer 4.1 m.

Das Frühlars-Inundationswasser vermag nicht durch den engen Kanal der Ovčar-Klissur von der Požegaer Ebene abzufließen, darum entsteht hier eine Aufschüttung. Oder aber ist hier zwischen den Bergen eine grabenartige Einsenkung vorhanden.

Aehnliche Ursachen brachten vor längerer Zeit auch die Talebenen der Gegend von Avilja und Ivanjica hervor, welche, obgleich anderer Entstehung, jenen des Moravicatales ähnlich sind. Oder wir können uns an ihrer Stelle zeitweise Teiche oder Seen denken, welche nach Durchbohrung der sie auftauchenden Kalkmassen, als die Erosionsbasis tiefer hinabgelangte, vom Fluß mit einem tiefen Bett eingeschnitten wurden. Dieses wird auch das Schicksal der Požegaer holocänen Ebene sein, wenn die zurückragende Erosion nach Vertiefung der Erosionsbasis der Ovčar-Klissur das Becken erreicht.



Die geologische Horizontierung der westserbischen hochgelegenen Terrassen läßt sich beim Mangel an Fossilien nicht einmal annähernd festzustellen. Sie lassen sich indessen in das ältere Pleistocän oder in das jüngere Pliocän sicherlich einreihen und sind als nach den jungtertiären Binnenseen entstandene zu betrachten. Das aber geht aus diesen Betrachtungen hervor, daß man die Terrassengestaltungen der Drina und der Moravica nicht unter einem Rahmen zusammenfassen kann. Von Tal zu Tal erfordern die Terrassen eine besondere Untersuchung und auch die in verschiedenen Abschnitten desselben Tales vorkommenden Terrassen darf man nicht ihrer Höhenreihe identifizieren. Beispielsweise befinden sich die älteren hochgelegenen Terrassen der Drina im Mittellauf des Flusses oberhalb Bajnabasta, am Moravica-Fluß hingegen fanden wir längs der Quellbäche die älteren hochliegenden Terrassen. Nur eines kann ich behaupten, und zwar das, daß die beiden unteren jungpleistocänen oder in der einen auch die holocänen Terrasse sich längs der tiefen Täler bis zu Ende hinzieht.

In der westserbischen Gebirgsgegend befinden sich nach der Zeugenschaft der Flußterrassen und der Talvertiefung die Drina, Moravica und die westliche Morava auf ihrem Wassergebiete in sich erhebendem Zustand. In der Wasserumgebung des Kolubara, Tamnava und Ljig hingegen sehe ich ein im Sinken begriffenes Terrain.

#### 9. Holocäne Bildungen.

Über diese kann ich kaum etwas sagen. Der Überschwemmungsboden der Täler, der von unserem Agrogeologen erkannte graue und braune Waldboden, der Podzol und die Ertragsböden gehören hierher, auch die tiefliegenden und breiten Talebenen, namentlich längs der Save, überdeckt der Überschwemmungsschlamm der Flüsse. Süßwasser-Kalktuff und Flugsand kam uns kaum zu Gesicht. Auch das Alluvium ist nicht mächtig, der felsige Untergrund überhaupt ist mit geringem und dünnen Verwitterungsprodukt an der Oberfläche der Berge vorhanden.

#### 10. Produkte der Vulkane.

Die Massengesteine beschrieb J. M. ŽUJOVIČ, der vorzügliche serbische Petrograph in seinen älteren Arbeiten eingehend und faßte sie in seinen oben auf Seite 3 citierten Arbeiten zusammen. Auch DR. JOSEF V. SZABÓ teilte manches im Földtani Közlöny über sie mit.

Die während der serbischen Studienreisen von Seite der kgl. ungar. geologischen Anstalt in den Jahren 1916 und 1918 gesammelten Gesteine untersuchten unsere Arbeitgenossen DR. SIGMUND SZENTPÉTERY, DR. LUDWIG JUGOVICS und DR. STEPHAN FERENCZI nach den modernen Methoden. Ihre Berichte werden zu den bisherigen Kenntnissen neuere Daten liefern.

Hier beschränke ich mich nur auf einige Bemerkungen von vulkanologischen Standpunkt über die von mir gesehenen westserbischen Eruptivgesteine. Ich schicke voraus, daß die drei Hauptgruppen ŽUJOVIČ's: Die Granitoide, Euphodite, Serpentin und die Trachytoid-Gesteinsgruppen auf die westserbischen Massengesteine überaus treffend sind. Diese würde ich aber der vermuteten Altersfolge nach als: ophitische granitische und trachytische Gruppen aufzählen.

In die ophitische Gruppe reihte ich oben pag. 52. den Diabas, Melaphyr, Porphyrit und Gabbro, sowie den diesen aufliegenden, pelagischen, Radiolarien führenden Pelit von mariner Entstehung und den Sandstein, mit denen zusammen die



ophitischen Massengesteine zusammengefaltet sind und deren dunkle mit dem Serpentin-Peridotit übereinstimmende Färbung und hartes massiges Wesen trotz der von nahe und mit dem Mikroskop immer erkennbaren Schichtung und Schieferung im Grossen und von weitem eine Unterscheidung unmöglich macht. Mit Nachdruck behaupte ich, daß ich die ophitischen Eruptivgesteine weder zwischen den Schichten des Mesozoikums, noch aber in den paläozoischen Tonschiefern als diese durchbrechenden Intrusionen oder effusive Lager sah. Überall sondern sich die Ophite an den vertikalen Grenzflächen mit dem Paläozoikum von den metamorfoisierten Schiefer scharf ab und waren auf dieselben von keinerlei regionaler Kontakt-Einwirkung. Hingegen sah ich Amphibol führende, Gabbro-artige Schiefer im Ophit an der Grenze des Paläozoikums an mehreren Stellen (Bioska, Kadina-glava, Makovište etc.). An einigen Punkten wechseln mit den ophitischen Schiefer eingefaltete Phyllitfetzen oberhalb Tarnik unter der Bobija tarnicka in der Gemarkungen von Žarozje am Rücken Tisova glavica.

Die in die ophitischen, Radiolarien enthaltenden Schiefer eingequetschten Kalk und Mergel von jungem Gesteinstypus, sowie die flyschartigen Tonschiefer, Schiefer-tone und Sandsteine ergaben trotz dem so eifrigen Nachsuchen leider keine zu einer Horizontierung geeignete organische Reste. Es blieb also ihr Alter unentschieden, welches die verschiedenen Autoren als vom archaischen bis zum känozoischen System (Hypersenon) reichend annahmen. In den Alpen, Karpathen und an der unteren Donau verlegten die eingehenden geologischen Untersuchungen den Ausbruch der Serpentin-Gabbro Massen zwischen die älteren und jüngeren Gneis-Glimmerschiefer und den phyllitischen-graphitischen Tonschiefer. Hinsichtlich des westserbischen, bosnischen Serpentin und jenes im slawonischen Peterwardeiner-Gebirge auftretenden Serpentine schwanken namentlich die auf die Altersbestimmung bezüglichen Ansichten. Vielleicht liessen sich diese Gegensätze auf die Weise ausgleichen, wenn man die wiederholte Erneuerung des Ophitvulkanismus von der archaischen Zeit bis zur Kreide annehmen würde.

Eine Sache bleibt indessen problematisch. Die Tiefsee-Pelite und die basischen Tiefsee-Eruptivgesteine liegen neben dem Seichtwasser-Paläozoicum und Mesozoicum als von einander scharf getrennte Facies. Die letzteren entsprechen BARON FRANZ NOPCSA's Durmitorer Tafel, die Ophitzonen aber dem entgegen, daß sie zwischen den weit ausgedehnten Massen des paläozoischen Grundgebirges als zusammengefaltete Geosynklinalen erscheinen, würden der Merdita-Einheit BARON FRANZ NOPCSA's angehören.<sup>60)</sup>

Ein weites Feld der Untersuchungen und Folgerungen eröffnet sich zur Lösung dieser Probleme. Die Verwandtschaft der granitischen und trachytischen Gesteine aber, besteht sowohl in regionaler, als stratigraphischer und tektonischer Hinsicht umsomehr, da diese nur im Paläozoicum vorkommen.

Die im Norden an der östlichen Nase des Cer planina mit dem Einfallen nach 7—8<sup>h</sup> hervorgetretenen Phyllite, Graphitschiefer und feinkörnigen Arkosensandstein-Platten gehen gegen die Trajáns Spitze in Biotitgneis und Glimmerschiefer über; diese enthalten beim Einfallen nach 4<sup>h</sup> mit 20—25° Aplit- und Pegmatit-Intrusionen, die zwischen den Schiefer auch selbst gneisartig geschiefert sind. Die Pegmatit- und aplitischen Granitdyke kreuzten die Schiefer in einem durchschnittlichen Strei-

<sup>60)</sup> Nordalbanien, Serbien und Ost-Montenegro's geologische Karte. Földtani Közlöny XLVI. Jahrg. 1916. pag. 229.



chen nach 2<sup>h</sup>. Große Muskovitblätter und kleine Turmalinkrystalle charakterisieren den großkörnigen Pegmatit.

Es stimmt das vollkommen mit jenen Verhältnissen überein, die ich in den kleinen Karpathen bei Bazin, Modor und Lamacs sah, wo der phyllitische Tonschiefer gegen die Granit und Pegmatit-Intrusionen hin gneisartig wird und der Granit gegen den Schiefer hin eine gneisgranatische Struktur annimmt. P. St. RICHARDZ<sup>61)</sup> beobachtete bei seinen Studien über die Kleinen Karpathen, daß der Gegend von Preßburg dieselbe Eigenschaften besitzt, und wie ich, gelangte auch er zur Folgerung, daß nächst den Granit-Intrusionen am Kontakt der Phyllit zu Gneis sich metamorphosierte. P. St. RICHARDZ bemerkt über das Alter des Granites der Kleinen Karpathen auch daß das Alter zwischen die Permperiode und das Mediterran fällt, in diesem ungemein langen Zeitraum aber lasse sich sein näheres relatives Alter nicht fixieren. (l. c. pag. 36—48.)

Vielleicht stammt auch die Metamorphosierung des Liaskalkes vom Kontakt mit dem Granit her.

Ich schreibe das einer durch einen lakkolitischen oder vielmehr batholitischen Granitausbruch verursachten Veränderung zwischen dem Granit und den paläozoischen Schiefen zu, woraus ich zugleich auf das postpaläozoische Alter des Granites schließe.

Die im Vlašič planina-Schieferzug von LUDWIG v. LÓCZY JUN, gesehenen Aplit-Dyke und metamorphen Schiefer (Glimmerschiefer etc.) machen auch dieses Gebirge zu einem mit jenem des Cer planina ident aufgebauten. (Profil 10.)

Der große Granit-Lakkolit bildet das Gebirge von Zvornik, Krupanj und des Stira (Zajacaer) Baches, sowie des in die Drina fließenden Velika-reka zwischen dem Trijesnicaer Bach Boranje (Crni vrh 990 m.<sup>62)</sup>) (Profil 43.)

Die frischen, Biotit und Amphibol führenden Blöcke dieses sah ich unter dem Mali-Zvornik am oberen Ende des in die Drina mündenden Radalj-Tales und seine Apophysen fand ich auch südlich von Krupanj zwischen den Permocarbon-Kalken des Plateaus Jagodnja. Um die Antimongrube des Gipfels Stolice herum, wo die in dem Permocarbon Kalk imprägnierte Kontaktvererzung in der Nähe des isolierten Granites, oder vielmehr Granodiorites sich befindet, mögen solche Verhältnisse sein, wie ich sie an der Südseite des Jagodnja, oberhalb des Dorfes Lipnica und dem 733 m. hohen Lipnik brdo, am Ursprung des Selanački-Tales neben dem von der großen Lakkolitmasse gesonderten und von dem Košutnja-Stopa (644 m.) dahin sich erstreckenden Dykenetz sah.

Im Amphibol-biotitischen holokristallinen Gestein des Biotitgranites oder Granodiorites treten auch hier, wie in Solica, Quarzkristalle mit Bipyramiden. Ich beobachtete so, daß am Jagodnja der Granodiorit auch die Werfener Schiefer durchbrach. (Profil 15—16.)

Unweit von hier aber beißen zwischen den metamorphosierten Schiefen auch die Ophite aus.

In den Antimongruben von Zajača sind die Lagerungs- und erzführenden Verhältnisse ähnlich. Am im Kalk imprägnirten metasomatischen Kontakt, in der Nähe der Granodiorit oder Dacit-Stöcke und Dyke mit Quarz-Bipyramiden liefern Analo-

<sup>61)</sup> Der südl. Teil d. Kleinen Karpathen u. d. Hainburger Berge. Jahrb. d. k. k. geolog. R. Anst. Bd. 58, Wien, 1908. pag. 1—48.

<sup>62)</sup> Siehe O. Ampferer und W. Hammer's oft citierten Bericht pag. 688—699. (20—21.)



gien. Im Westen sind auch im Radalj-Tal dacitische, porphyrische, Quarzkristalle mit Bipyramiden enthaltende Apophysen im paläozoischen Schiefer. Ich kann mich der Folgerung nicht verschliessen, daß ich diese in petrographischer Hinsicht mehr in die Trachytgruppe passenden Gesteine, die in Dyken, Apophysen und mit kleineren Stöcken den großen aus Granit- oder Granodiorit bestehenden Lakkolit der Borjana umgeben, als mit dem Granit zusammengehörig betrachte.

Den großen Borjana-Lakkolit umgeben in nord-südlicher Erstreckung ebenfalls in meridionalen Streichen senkrecht gestellter weißer kristallinischer Kalk (Zvorniker Kalk), Quarzit und Edelserpentin-Lager. Dieses ist der einzige Ort, wo die Ophitbildung mit den paläozoischen Schichten und den granitischen Gesteinen sich berührt. (Profil 43—44.)

Auch hier ist die Folgerung gestattet, daß die Erhebung des Granit-Lakkolites unter den paläozoischen Schiefern die Serpentinlager mit sich brachte, welche sodann, mit den Schiefern und auch dem paläozoischen Kalk zusammen gestört, neben dem Lakkolit in vertikal gestellte Wechsellagerung gelangten.

Von Gornij-Milanovac nach Rudnikbánya reisend, sah ich am Anfang der Majdanskareka<sup>63)</sup> einen großkörnigen große Zwillingkristalle von Orthoklas enthaltenden porphyrischen Granitdyke in den oberkretacischen Schichten quer zum Tal hinabziehen; große Quarzbipyramiden sitzen drinnen.

Am Ursprung des nördlichen Zweiges des Belopolje-Baches, auf dem Gebiete des Dorfes Krasejevski, in ungefähr 760 m. Seehöhe, befindet sich die Rudniker Bezdangrube. Nach 4<sup>h</sup> wurde hier bis auf 600 m. ein Stollen in einem steil mit 70° nach Südost einfallenden 30—40 cm. starken Erzgang getrieben; dieser Hauptgang ist der Grundstrecken-Gang. An der First des Stollens sieht man in einem Band des Erzganges deutlich Chalkopyrit, Arsenopyrit, Galenit, schwarzer sphaleritischer Magnetkies, Calcit, Quarz. [Profil 46.] Der Stollen bewegt sich anfangs bis auf 300 m. im eruptiven Gestein, d. i. Grünstein und rhyolitischen Amphibol-Biotit-Quarz-Gestein, dann folgt ein quarzbreccienartiges Sediment, das mit seinem Gemenge aus Schiefert-, dunklem Kontaktschiefer-, Quarz- und eruptiven Gestein-Stücken mich an den „Glauch“ des siebenbürgischen Erzgebirges in der Gegend von Nagyág erinnerte.

Aus dem Hauptgang gehen nach 21—22<sup>h</sup> dünnere Verzweigungen aus. Zwei Firststrecken sind um 25—25 m. höher in den Hauptgang getrieben; diese sind durch Schächten und Rollen mit der Grundstrecke verbunden, den Hauptgang begleiten sie parallel von rechts und links der Gang N. I. und der Bezdangang. Das Erz befindet sich nicht in den dünnen eruptiven Dyken, sondern am Kontakt dieser, in der breccien-artigen, glauchähnlichen Masse enthalten.

Vom hochgelegenen Maschinenhaus der Jezerogrube führt eine Industriebahn gegen die Bezdangrube hin. Auf dieser wird das Grubenholz zur Bezdangrube verfrachtet, wohin das Holz aus 140 m. Höhe auf einer Drahtseilbahn zum Stollen hinabgelassen wird. Die Drahtseilbahn dient auch zur Erzförderung. An der unteren Station der Bahn ist ein gleicher grobkörniger, Zwillingfeldspat führender porphyrischer Granit aufgeschlossen, wie am Ursprung des Majdanski-Baches. Die harte Kontakt-Abänderung des Tonschiefers begleitet ihn.

<sup>63)</sup> Im Interesse der Orientierung wünsche ich zu bemerken, daß auf der Karte 1:75.000 Z. 29, Col. XXIII. die Kirche des Dorfes Majdan verfehlt an die linke Seite des Majdanska reka 1 Kilometer südlich der Mündung, auf die Kuppe mit 476 m. gezeichnet ist, da die Kirche weithin sichtbar an der rechten Talseite steht.



Aus dem Stollen gelangten rhyolitische und propylitische Gesteine auf die Halden. Zur Ježero-Grube hinaufklimmend, findet man im Wege liegend Quarzbreccien, dunkelgrauen, harten Tonschiefer, kalkigen Schiefer von Flyschtypus und zur Fleckenmergel ähnliche Kalkplatten. Das quarzbreccienartige Gestein beißt auf dem zum Rudniker Sattel führenden Weg wiederholt aus. Auf der Karte im Maßstab von 1:75.000 Z. 29. Col. XXIII. ist an der Stelle des Ježero eine Höhle verzeichnet. Dies bezieht sich auf jene Auserodierung, welche hier im Inneren des Ml. Šturac längs einem nordwest-südöstlichen Querschlag vorhanden sind. Auch mit den Tagbauen konnten diese kommunizieren, denn von dem Orte mit dem Höhlenzeichen rollt rostbraun verwitternder, eisenhaltiger, quarziger Schutt auf einer riesigen Halde gegen das Dorf Ober-Majdan herunter.

Von den Ježero Grubengebäuden nach Nordosten geht ein mit zwei Gesenken verbundener Stollenschlag in den Berg hinein. Aus dem Inneren des oberen geht ein nach Südost und Nordwest gerichteter Querschlag aus, der wie die Hauptstrecke und die beiden Nebenstrecken in grossen Höhlungen endet. Im südöstlichen Schlag sind die Höhlungen 60 m., im nordwestlichen 35—50 m. lang und 20 m. breit und haben eine ansehnliche Höhe. Das jetzt erzeugte Erz können sie bei dem grossen Gehalt an Magnetkies von den Kupfer- und Silbererzen nicht recht scheiden, darum kam an ihre Verwertung noch nicht die Reihe. Früher war der Grubenbetrieb hier viel lebhafter, als jetzt.<sup>64)</sup> In Rudnik sah ich auf der Stiege der Gensdarmrie-Kaserne einen römischen gehauenen Stein mit der folgenden Aufschrift:

D. M.  
A E M I L A S E D  
V E' A A T R G  
F N S

Unterhalb dem Dorfe Rudnik, and der Nordostseite des Gebirges beim Dorfe Vojkovci verquert ebenfalls ein granitporphyrischer Dyke das Tal. Endlich sitzt nördlich vom Sattel der Landstrasse, am Fuße des Kelja-Berges, in einem am Rücken eröffneten kleinen Steinbruch im Kreidemergel ein dacitisches granitisches Eruptivgestein.

Nach der freundlichen Aufklärung des Herrn Bergingenieurs KANTSCHUTSKY bestehen die Šturac und Belopolje Gipfel nicht in ihrer ganzen Masse aus Eruptivgesteinen, sondern zwischen breccienartigen, quarzigen Bänken und harten Tonschiefer sitzende granitische eruptive Stöcke bauen den über 1100 m. Seehöhe erreichenden Rudnik-Rücken auf. Bei der Grube Ježero, sowie im Dorfe Rudnik ist in untergeordneter Menge auch dunkelgrauer, Lapilli breccienartiger Andesittuff vorhanden, er dient zur Herstellung von Stufen.

Die vierkantige Pyramide des in der nordwestlichen Fortsetzung des Rudnik-Rückens kühn turmartig sich erhebenden Ostrovica (800 m.) sitzt auf Kreidemergel. Ihre relative Erhebung auf 200 m. verkündet die rasche Erstarrung der aus der Oberfläche der Kreide hinaufgetriebenen effusiven sauren Lava. Diese effusiven Kuppen sind dacitische oder granodioritische, mittelkörnige, von Zwillingfeldspäten und Quarzbipyramiden porphyrische Amphibol-Biotit-Plagioklas-Gesteine, welche am Rudniker-Rücken in vier Gruppen mit den Bergen: Veliko (759 m.), Ostrovica (800 m.), Gradoko (700 m.) und Krnja jela (?) (520 m.) sich aneinander reihen.

<sup>64)</sup> Die auf die Gruben bezüglichen Notizen verdanke ich dem Herrn Oberleutnant, Betriebsleitenden Bergingenieur KANTSCHUTSKY.



Zweifellos kamen diese unterbrochenen Felsenkuppen durch Festlands-Eruptionen zustande. Am südlichen Fuße des Ostrovica, an der Verzweigung der Strasse, ist eine tuffartige Schichte aufgeschlossen, die Kinds- bis Pferdekopf-große Blöcke eines verwitterten Dacites oder porphyrischen Granodiorites enthält, aus dessen Material Orthoklas-Zwillingskristalle herausfallen.

In dem unter die Ostrovica-Masse reichenden groben vulkanischen Schutt ist auch Kreidemergel-Material vorhanden, das Innere der größeren Eruptiv-Gesteinstücke aber ist radial spaltend, worin wir die Erstarrungsrisse der ausgeworfenen glühenden Steinen erkennen. Die Entstehung läßt sich auf oberflächlichen vulkanischen Schlamm oder auf heiße trockene Lavinenströme zurückführen.

Aus der Masse des Ostravica und des Veliko reichen Apophysen zwischen den steil gestellten und mit 37° nach Südwest einfallenden, Lithothamnien führenden roten Sandstein und die Mergelschichten, welche von mit 80° nach Ost einfallenden, Lithoklasen durchzogen sind. An der Pyramide des Ostravica glaubte ich nach zwei Seiten hin (nach O und W) geneigte steile, dichtbankige Absonderung erkennen zu können.

Im Rudnik-Gebirge besteht also dasselbe Verhältniß zwischen dem porphyrischen grobkörnigen Tiefengranit von Lakkolit-Natur und den Verzweigungen von mehr dacitischen, propylitischen und rhyolitischen Typus, sowie den effusiven Kuppen, wie im Borjana-Massiv zwischen Zvornik und Krupanj.

Die an den rechten Gehängen des Ljig-Tales südlich von Ljig von ERICH JEKELIUS gefundenen Andesituffe, ebenso die nördlich von Gornij-Milanovac am Mramor-Gipfel (475 m.) und nächst der Eisenbahnstation Nakučani gesehenen und der vom Lipeberg (?) (594 m.) stammende Andesituff und die weiße kaolinische Asche sind mit den Rudniker Eruptionen sicherlich in Zusammenhang.

In Betracht kommende Granitmassen sind um Arangjelovac herum und in der am Kolubara hinauf bis Arangjelovac erhebenden Umgebung des Pešantales in den Spitzen Bukulje (720 m.), Vogon (490 m.) und Aidučka-Česma (280 m.) vorhanden.

Gegenüber der Eisenbahnstation Baroševica, am Gehänge des Ajdučka-česma wird der Granit gebrochen; ich sah in ihm nach NO mit 40° geneigte bankige Absonderung, von der Station aus hinaufblickend.

Es ist wahrscheinlich, daß sich der weisse Marmor des Venčac (675 m.), der mit dem durch den Lakkolit des Bukulja-Granites hervorgebrachten regionalen Metamorphismus in den chloritischen Glimmerschiefer eingefaltet ist, mit dem weissen, halbkristallinen Kalk von Zvornik mit dem älteren unterdevonischen Kalk der paläozoischen Schiefer identifizieren läßt.

Aus dem Gesagten folgt, daß die westserbischen granitischen, porphyrischen und trachytischen Gesteine jünger als die Kreideperiode sind und daß sie mit den sogenannten Banatiten des Krassószörényer Gebirges zu vergleichen sind. Hierauf deuten die wertvollen Beobachtungen O. AMPFERER's und W. HAMMER's (siehe l. c.), sowie J. M. Žujović's jene Äusserungen, daß die serbischen porphyrischen, granitischen Gesteine als tertiär zu betrachten seien.

Der porphyritische Andesit, den ich oberhalb Markovac am Aršicaberg (460 m.), südlich von Žavlaka am Marjanovica (340 m.) und auf der Weghöhe von Unter-Žavlaka sah, sowie der an der Drina unterhalb Ljubovija aufgeschlossene frische Granodiorit gehört in diese Gruppe.

Vielleicht zu den granitischen und trachytartigen Gesteinen gehören noch die Kalkfelsenmasse des Grossen Medvednik und die längs dem Jablanik-Rücken in der



Tuffit-Ophit-Region hinziehenden Quarzporphyrit-Massen und Verzweigungen die, schon bei ihrem makroskopischen Äusseren und ihrer lichten Färbung, sowie durch ihr Verfallen bei der Verwitterung sie vom basischen Diabas-Gabbro unterscheiden. Die Quarzporphyrite berühren mit Kontaktwirkung die Tuffite und die in diesen vorhandenen kalkigen Sandsteinschichten und Schiefertone und auch die Erzlager der Rebelj-Grube, als ob man diesen die Vererzung zuschreiben müßte. (Profil 6.).

Es ist dies der einzige Ort, wo in der Tuffit-Serpentin-Zone granitische Gesteine aufbrechen. Ich muß aber darauf verweisen, daß in der Gegend des Grossen Medvednik im Tuffit auch der Phyllit zusammengefaltet und mit den Tuffitschichten und Schiefeln steil gestellt ist. Also die tektonischen und Kontaktwirkungs-Erscheinungen um den grossen Granitlakkolit des Boranja-Gebirges in der Gegend von Zvornik herum haben Ähnlichkeiten um die Sal-Gesteine des Medvednik herum.

Thermalwässer, Mineralwässer, kiesel-saure phisolitische Ablagerungen, Kalktuff-Anhäufungen und die unter dem Namen Rauhwacke bekannten zelligen Kalk-Höhlenausfüllungen in verschieden alterigen Kalken gehören noch, als postvulkanische Bildungen und Erscheinungen, zu den vulkanischen Äusserungen.

## II. Teil. Zusammenfassung, tektonische und paläogeografische Rückblicke.

Am Aufbau des Untergrundes Westserbiens nehmen vielerlei und sehr differenzierte geologische Bildungen nicht teil. Von archaischen und cambrischen Schichten ist nicht die Spur vorhanden. Die ältesten Gebilde sind wenig metamorphosierte, kaum phyllitische sericitische Tonschiefer und eine sericitische Quarzbreccie, Arkosensandstein-Bänke mit graphitischem Tonschiefer. In diesen Tonschiefern, die Mehrere mit dem Kreidefisch verwechselten, setzten die Niveaus die unterdevonische Fossilien ergebenden weißen Kalkbänke, das dunkle Obercarbon mit *Bellerophon* und *Schwagerina* und die oberpermische Kalke mit *Lyttonia* fest.

In allmählichem Übergang folgen auf die Tonschiefer die Werfener Schichten, gleichfalls mit recht vielen charakteristischen Petrefacten, die das Vorhandensein der oberen Seiser und der ganzen Campiler Stufe nachweisbar machten. Ebenfalls in direkter Fortsetzung der Lagerung liegen auf den Werfener Schichten die mit weißen Calcitadern durchzogenen dunkelgrauen, ja schwarzen Guttensteiner Kalkbänke. Mit spärlichen Versteinerungen an die karnische Stufe erinnernde lichtgraue, dünnbankige, Feuersteinführende Kalke hindurch enden sich schließlich in 200, höchstens 309 m. Mächtigkeit mit dichten, weißen, Kalkalgen und Diploporen führenden Kalken den Trias, der in den obersten Schichten große Megaloduse (*M. cf. Tofanae* Moiss.) enthält.

Sehr zweifelhafte, nicht bewiesene Informationen ließen im mächtigen obertriadischen Kalk auch den Ammonites (trinodosus-Horizont) und das linsenförmige Vorhandensein des norischen, gelb gefleckten, roten Hallstätter Kalkes vermuten.

Die vom Devon bis an das Ende der oberen Triaszeit sich erstreckenden Stufen geben in konkordanter Lagerung und mit einheitlicher Entstehung die Grundgebirge und verbreiteten Bildungen Westserbiens,

In Südost-nordwestlicher oder dinarischer Streichrichtung reichen sie von Novipazar und aus Nord-Montenegro mit konstanter Facies über Westserbien und Ost-Bosnien bis zum Bosnatal hinüber. Nur im Norden in den gegen die Saveebene hin gerichteten Bergen complicieren sie sich stratigraphisch, tektonisch und in der Vergesellschaftung mit den Eruptivgesteinen.



Drei Züge<sup>65)</sup> in der Quellgegend der Drina (Tara) und des Lim zwischen Foča, Plevlje und Bijelopolje und der Gegend von Skrapež, Moravica der mittleren Drina in der Richtung von Banjabasta-Zvornik, Ivanjica und Novipazar, längs dem Zuge des Jadar-Kolubara, der im Mittellauf der Drina mit dem vorigen Zug sich vereint, hingegen zwischen den Ljig und Peštan-Tälern ist die kristallinische Schieferinsel von Arangjelovac nach Osten gerichtet.

In den nördlichen kürzeren Vorbasteien des dritten Zuges im Gučevo, Iverak, Čer und Vlašić-Gebirge, sowie an den paläozoischen Schiefen und den Werfener-Guttensteiner Kalken zwischen den Flüssen Ljig und Peštan aber fehlen die mächtigen obertriadischen Kalktafeln der südlichen Gegenden, welche oberhalb Plevlje, Novavaroš, Ivanjica, Banjabasta, ja auch oberhalb Valjevo das Terrain beherrschen, oder sie sind nur in verkümmerten Spuren zu finden. Das aus der Fortsetzung der paläozoischen bis triadischen Schichten bestehende Grundgebirge, das in sanften Gewölben mit tafeligen Kalkplateaus im Herzen Serbiens gelegen ist, scheidet jene problematische Serpentin und Tuffit führende Bildung, die ich unter dem Namen Ophit zusammenfasste. Im Süden ist das Zlatibor-Gebirge mit seiner breiten und langen Masse der erste mächtige Ophitzug, dieser zieht vom Višegrader Drina-Abschnitt bei Uvač gegen Priboj-Prijepolje-Novavaroš hin, seine weitere Fortsetzung können wir bis Sjenica und Tutinje verfolgen, nach den Daten F. KOSMAT's wo er am breitesten nach Norden in das Djetinja-Tal sich erstreckt und unter dem Triaskalk der Tara Planina auch verschwindet.

Die zweite Ophitzone nimmt mit kleineren Inseln im Nordwesten am rechten Ufer der Drina an der oberen Teilung ihrer größten Seitentäler, das Ljubovija und Trešnjica, von dort nach Südosten um die Medvednik, Gvozdar und Poljen-Gebirge herum ihren Anfang und den südlichen Rand der Valjevoer Triaskalk-Tafel begleitend, verbreitet sie sich im Bukovačka Maljon-Gebirge und endet bei Gornij-Milovanovac. Es ist wahrscheinlich, daß in dem Ihartale und östlich von diesem in den Serpentin-Inseln des Kopaonik- und des Jaštreban-Gebirges ihre weitere Fortsetzung ist.

Kleinere Serpentin-Ausbisse sind in der Gegend von Zvornik, Arangjelovac und Belgrad.

Das geologische Alter der Ophitbildung festzustellen ist bis jetzt nicht gelungen, die hierauf bezüglichen Ansichten schwanken zwischen dem Paläozoicum und der Kreide. Auf den von mir begangenen Gebieten und aus den untersuchten Profilen würde ich auf ihr grösseres Alter als jenes der paläozoischen Schiefer schliessen. Erstens, weil ich in diesen nirgends Ophit-Intrusionen und stratigraphische Zwischenlagerung sah, zweitens sind die mit dem paläozoischen Tonschiefer in unzertrennlicher Schichtungsfortsetzung stehenden mächtigen Triaskalk-Tafeln, ja auch die in ihrem Liegenden befindlichen Werfener Schichten an vielen Stellen auf den Ophit horizontal draufgeschoben. Die mit dem Ophit vergesellschafteten, Radiolarien führenden dunkeln, Hornstein einschliessenden Tonschiefer und Sandsteine, Halbjaspis und die kieseligen Ausscheidungen sind mit den Tuffit-Schichten, den Serpentin-Peridotit, Gabbro und Diabas-Massen F. KATZER's, als treue — wahrscheinlich hangenden — Begleiter dieser, zusammen gefaltet und zwar stärker, wie die paläozoischen Schiefer oder die Kalkbänke dieser.

Andererseits aber erweckt das in meiner Ansicht über das weit zurückgreifende

<sup>65)</sup> Siehe die Kartenskizze am cit. Orte.



Alter der Ophite Zweifel, daß ich die Auflagerung der paläozoischen Schiefer auf den Ophit nirgends mit genügender Deutlichkeit sah, daß die Kontaktfläche zwischen den beiden Bildungen steil, ja vertikal gestellt ist, ferner, daß längs der Grenze die Hydroquarzite besonders reichlich zu finden sind und daß die dort auf kieselsaure hydrothermale, juvenile Quellenabsätze verweisen. Es ist eine überraschende Tatsache, daß auch die Gabbro-Intrusionen in der Nähe der paläozoischen Tonschiefer häufig sind, auch das Erscheinen der Amphibolschiefer bevorzugt diese Grenze.

Schließlich aber stört unser Urteil über das Alter der Ophite der in dem Tuffit auftretende jung aussehende Mergel, Kalk und die Flyschlager, die indessen bisher noch keinerlei bestimmende Fossilien lieferten.

Mit der Deckentheorie läßt sich das Ophitproblem der Lösung nicht näher bringen. Denn der Tuffit der Ophitformation enthält an einigen Stellen auch Fetzen der paläozoischen Tonschiefer, die Triaskalk-Tafeln aber liegen den chaotisch-zusammengefalteten Tuffiten auf und in diese waren sie in Felsenkämmen auch eingefaltet in der weiteren Umgebung des Powljen-Gebirges.

Indem ich mit Vorbehalt die Ophitbildung doch für älter als die paläozoischen Tonschiefer betrachte, werde ich mich weiter unten mit tektonischer Konjektur bestreben ihre regionale Lage und das Lagerungsverhältniß zum Paläozoikum zu erklären.

Von Ablagerungen der Jura-Periode ist in Westserbien nicht die geringste Spur vorhanden. In der Gegend zwischen Vardište und Priboj an der Grenze Bosniens und um Rogatiča herum schied zwar F. KATZER in jurassischen Tuffit eingefaltete Kalkklippen aus, diese konnte ich aber mit KOSSMAT als obertriassische annehmen.<sup>66)</sup> Diese spielen eine solche Rolle, wie die Phyllitfetzen, es sind auf dem Tuffit horizontal draufgeschobene und mit späterer Faltung eingefaltete Klippen liefernde Schollen.

Die mit dem Aptien, Albien des mittleren Systems und namentlich von Cenoman an bis an's Ende des Senon anhaltende Transgression ist die folgende und letzte marine Ablagerung, die einen großen Teil Westserbiens einst überdeckte. Einen langen Festlands-Zeitraum konnte diese befolgt haben, denn das im Liegenden befindliche, ein trockenes Klima voraussetzende Bohnerz enthaltende Ophit-Verwitterungsprodukt ist ebenfalls allgemein verbreitet und gab viel klastisches und pelitisches Serpentin-Eluvium den untersten Lagern der Kreide ab. Die Kreide nimmt abradierte Rumpffläche ein, oder sie lagerte sich auf die einstigen kontinentalen Meeres-Ränder ab, aus welchem Meer das Paläozoikum, die Triaskalk-Tafeln, ja auch die Ophit-Anhöhen als Inseln sich über die Meeresfläche erheben. Die Kreide bildete also in Westserbien eine allgemeine Sedimentdecke, die aber durch posthume tektonische Bewegungen, Faltungen, Verwerfungen nicht nur an einer Stelle in beträchtlichem Maße gestört war; unter den darauf folgenden känozoischen, eocänen bis pleistocänen langen Festlands-Perioden unterbrach auch die Denudation ihren Zusammenhang.

Ich konstatiere für das Innere Westserbiens den völligen Mangel des marinen Eocäns, der oligocänen und miocänen Schichten.

Über die in den heraufreichenden Buchten der Becken des großen ungarischen und des egäischen Meeres und in den ehemaligen über 800—1000 m. hohen Ebenen der inneren Rumpfflächen entstandenen Ablagerungen der Süßwasserseen und

<sup>66)</sup> Siehe oben pag. 38, 44, 67.



Sümpfe, als kreidigen, mergeligen, hydroquarzitischen, menilitischen und schotterigen Ablagerungen kann mehr als von lokalen Festlands-Gestaltungen die Rede sein.

Die Pflanzen stengeln die Binnenseen zu solchen von oligocänem Alter, die Schneckenreste zu solchen von pliocänem Alter.

Der Süßwasserkalk um die pisolitischen, kieseligen und kalkigen Geysirkuppen herum enthält die Reste von auch jetzt lebenden Schnecken. Mariner mediterraner und sarmatischer Grobkalk findet sich nur in den aus der Save herausragenden Hügeln um Belgrad und Ložnica herum.

Bildungen von glacialem Charakter sind in Westserbien nicht vorhanden. Die eruptiven Gesteine sind durch zwei Gruppen repräsentiert, die abwechslungsreiche basische Gruppe der Ophite vom Diabas bis zum Gabbro und der Typus der Quarzgesteine von Granittypus, der Granit, Granodiorit, Dacit, Rhyolit, Propylit und bis zum Amphibol-Biotit-Quarzandesit.

Die erste Gruppe ist streng vom Gebiete der Ophitformation bekannt, die zweite Gruppe durchbricht das Paläozoikum, die Trias und auch die Kreide. Jene ist älter als die paläozoischen Schichten, die letztere müssen wir dem mesozoischen Ablagerungen folgenden Vulkanismus zuschreiben. Im Ophit sah ich granitische Intrusionen nicht, der am Grossen Medvednik und am Jablanik-Rücken aufbrechende Quarzporphyrit wartet noch auf nähere Untersuchung.

An Erzen fand ich in Westserbien keinen übermässigen Reichtum. Nach den Berichten unserer Geologen und auch nach meiner Autopsie lassen sich die Erze als Sulfide und als Antimonerze gruppieren; die ersteren sind mehr an die Ophitmassen gebunden, die Antimonite treten als in die Kalke der paläozoischen Schiefer imprägnierte Kontakterze nächst den Granodiorit- oder Dacit-Dyken und Stöcken auf.

Für Ostserbien ist das nicht giltig, denn um Belgrad herum und in den Rudniker Gruben führen die in den Kreideschichten sitzenden granitischen-propylitischen Dyke die Sulfide.

#### a) *Stratigraphische Vergleiche.*

In dem Gebiet zwischen der Drina und Morava von der Drina- und Limquelle bis hinab zur Saveebene spielen an Aufbau des Geländes paläozoische Schiefer die größte Rolle. NW-lich von den montenegrinischen und nordalbanischen Jura- und Kreidekalktafeln erreicht die Zone der paläozoischen Schiefer als Grundgebirge senkrecht auf die Dinarische Streichrichtung eine Breite von 150 Km. Ihre Gesteine bringen diese Bildung mit der alpinen Grauwacke und dem sehr wenig metamorphisierten Phyllit-Tonschiefern der Kerngebirge im Inneren der Karpathen in Beziehung und diese Ähnlichkeit wird durch die in ihr auftretenden Granitlakkolite und Intrusionen noch erhöht.

Die Grauwackenzone streicht über Bosnien und Kroatien nach dem Bachergebirge, der Karnischen Hauptkette und den steirischen Tauern.

Die überraschende Entdeckung von RENZ<sup>67)</sup> in Griechenland, daß die von M. NEUMAYR und seinen Nachfolgern als kretazisch betrachteten metamorphisierten Schiefer und verschiedenfarbenen, vormals für Eozän gehaltenen Kalksteine paläontologische nachweisbares Karbon, Perm, Trias und Jura umfassen, hat unsere Kenntnisse über die geologischen Bildungen des Balkans sehr wesentlich bereichert.

<sup>67)</sup> RENZ: Die Geologie Griechenlands I. Teil. Stratigraphische Untersuchungen etc., Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien 1910. Bd. LX. p. 422.



Offenbar setzt sich die westserbische Grauwackenschieferbildung, die im NW mit den entsprechenden Bildungen der Ostalpen zusammenhängt, nach SSO zu nach Griechenland und über die Kykladen nach Kleinasien fort. RENZ fand in den metamorphosierten Schiefern eingelagerten Kalken der Inseln Hydra und Amurgos, sowie in Attika reichlich oberkarbonische Fossilien, darunter die für das Perm charakteristischen *Lyttonien*.

Auf das Paläozoikum folgen fossilführende Seiser und Campiler Schichten als rote, glimmerige, tonige Sandsteine und dunkle Kalklagen, diese aber werden in grosser Mächtigkeit vom hellgrauen, massigen Diploporenkalk bedeckt. Ausser Diploporen treten darin auch Thecosmilien auf. Die Ältesten Bildungen Griechenlands umfassen also dieselbe Schichtenfolge wie die devonisch-obertriadische Sedimentenfolge Westserbiens.<sup>68)</sup>

In Argolis, auf der Insel Hydra, am Beletsin und am Parnas in Attika fand RENZ auch grüne Tuffe und Quarzkeratophyre; er hält sie für älter, als Ober-Karbon und stellt sie mit Vorbehalt ins Devon.

Wie im paläozoischen Schiefergebiete Westserbiens, so fehlt auch in Attika und Argolis (Hydra) der Jura in der Umrandung des metamorphosierten Schiefermassives der Kykladen, ein Umstand, der die Beziehungen des geologischen Aufbaues Griechenlandes und Serbiens gleichfalls in Verwandtschaft bringt.

C. RENZ vermutet in der nördlichen äusseren Zone des Parnassus-Massivs auftretenden unter dem oberen Rudistenkalk liegenden hornsteinführenden Schieferbildung und in dem Serpentin<sup>69)</sup> die obere Trias und den Jura.

Dieselbe Ungewißheit besteht bezüglich der Jurabildungen sowohl in Westserbien, als auch in Griechenland. Das Problem der stratigraphischen Stellung der Tuffite des hornsteinführenden Schiefers steht hiemit in Zusammenhang.<sup>70)</sup>

Das einzige Fossil, woraus man auf das Vorhandensein des Tithons schliessen könnte, ist die *Ellipsactinia*, die von mehreren Orten citiert wird. Einerseits aber, weil sie in herumliegenden Stücken gefunden wurde, andererseits, weil nach T. OPPENHEIM<sup>71)</sup> dieses Hydrocorallium auch in die unteren Kreide übergeht, sind die mangelhaften Reste der Ellipsactinen sehr zweifelhafte Beweise für das Vorhandensein des Jurasystems auf dem grossen Devon-Trias-Gebiete, das von Kleinasien nach Westserbien hin zieht.

Die paläozoische Zone ist in Hellas und auf den Kykladen schmal, nordwestlich in Serbien sehr breit, um in Bosnien und Croatien in wieder verschmälertem Zuge weiter sich in die komplizierte Grauwackenzone der Ostalpen zu ziehen.

Die unterdevonischen und permocarbonischen (permischen) Kalkklippen der karnischen Hauptkette lassen sich auch trotz ihrer beträchtlichen Mächtigkeit und komplizierten Tektonik mit den westserbischen Kalkklippen der Gegend von Valjevo-Krupanj-Žavlaka und mit den phyllitischen Schiefern eingefalteten Kalkzügen vergleichen, aus welch' letzteren Niveau-bestimmende unterdevonische, oberkarbonische und permische Fossilien (*Lyttonien* aus der Sammlung von AMPFERER und HAMMER) hervorgingen. Bisher wurden auch diese paläozoischen Kalke für Kreide und die umgebenden metamorphosierten Schiefer für Flysch gehalten. Auch die metamorphosierten Schiefer entfernterer Gegenden, wie jene des Leitha- und Rosalien-Gebirges

<sup>68)</sup> L. c. p. 451—455 (31—35).

<sup>69)</sup> Jahrb. pag. 459 und 464 (39—44.)

<sup>70)</sup> Siehe F. KATZER: Geologischer Führer pag. 23.

<sup>71)</sup> Siehe oben pag. 75—76.



der Kleinen Karpaten, des Borsoder Bükkgebirges und des Hegyes-Drócsa-Gebirges (Bihar), ja auch die Phyllite der Krassó-Szörényer-Gebirge (Pojana-Ruszká, Szemenik) könnten zum Vergleich in Betracht gezogen werden. Es motivieren auch das Vorhandensein der dunklen und lichtgefärbten massigen Kalke, die den Phylliten zwischengelagert sind, deren geologisches Niveau auf Grund von Fossilien noch nicht sicher festzustellen war, andererseits, doch die unterkarbonischen Schichten<sup>72)</sup> des Bükkgebirges und der Krassó-Szörényer-Gebirge animieren mich zu diesem Vergleiche.

Bei zukünftigen Studien werden jene Erfahrungen in Betracht zu ziehen sein, denen nach nicht nur die kosmopolitischen Leitfossilien der karbonischen, permischen und der Werfener Schichten, sondern auch die Daonellen führenden Schichten der mittleren Trias (*Daonella styriaca* Mojs.), Korallen (*Thecosmilia* sp.), Brachiopoden (*Waldheimia Eudora* LAUBE) Schichten, sowie die Diploporen und Algen führenden massigen Triaskalke von Griechenland über Serbien bis zu den Ostalpen sich erstrecken.

Ich muß hier bemerken, daß die griechischen und serbischen Grauwackeschiefrigen Karbonschichten hinsichtlich der Gesteinsfacies vom dalmatinischen Oberkarbon von südlichen Pastrovechio der Gegend von Budna und Spizza,<sup>73)</sup> sowie vom Permokarbon, das im kroatischen Karst, um Fužine, Mrza-Voda und Čabar herum im Kulpatal erkannt wurde,<sup>74)</sup> sich unterscheiden.

Dort nämlich ist das mit den Triasschichten in reduzierter Mächtigkeit zusammen aufgefaltete Karbon nicht durch metamorphosierte Schiefer und Quarzbreccien, sondern durch unveränderten Sandstein, Schiefertone und sandige, glimmerige Mergelschichten vertreten. Sie enthalten karbonische Pflanzenreste, groben Sandstein, kleinschotterige Konglomerate und Kohlenspurten führende dunkle schieferige Tone.

In Dalmatien sammelte aus schieferigem Kalk BUKOWSKY schlecht erhaltene, oberkarbonische Brachiopoden. Zwischen Kaludjerac und Počmin, ebenso in der Bucht von Budua, beim Dörfchen Boreta, fanden auch wir in ihm Brachiopoden und Crinoidenreste. Jene Petrefakte aber, die V. VOGL von Mrzla-Vodice aus dem kroatischen Karst brachte, bringen nach seinen Bestimmungen die Fauna mit dem sicilischen Oberkarbon von Sosjo in Verbindung. Vom Velebit gab uns FR. KOCH,<sup>75)</sup> vom Schneeberg in Krain lieferte FR. KOSSMAT über die nicht schieferigen Facies des Oberkarbon Aufschlüsse.

Ich kann auf die Tatsache verweisen, daß der Trias der Grauwacken-Zone an Fossilien arm ist und daß die mächtige, Diploporen und Algen führende lichtgraue oder weisse Kalkdecke sich mit dem Wettersteinkalk der Ostalpen vergleichen läßt.<sup>76)</sup>

Diese Kalkdecke erinnerte mich an den „Chocs“-Kalk und Dolomit der nordwestlichen Karpaten, welche bisher als der Oberkreide angehörig betrachtete Gesteine vor nicht langer Zeit als triadisch sich erwiesen.

Im Griechenland und auf den Kykladen längs des ägäischen Meere sendet das Mesozoikum mit der Trias, im Westen aber gesellen sich zu den gut gegliederten *Trinodosus* (Schichten von Hanbulog), den buchensteiner, wengener, cassianer und karnischen Stufen der mittleren und oberen Trias die Liaskalke von Dachstein-

<sup>72)</sup> RENZ: l. c. p. 560 (140).

<sup>73)</sup> G. BUKOWSKY: Erläuterungen z. geol. Detailkarte von Süd-Dalmatien-Blatt Spizza Z. 37. Col. XX.

<sup>74)</sup> V. VOGL: A m. kir. földt. int. 1912. évi jelent. (Kgl. ung. geol. Anst. J. Ber. v. 1912.)

<sup>75)</sup> Kgl. ung. geol. Anst. J. Bericht v. J. 1914.

<sup>76)</sup> RENZ: l. c. p. 454 (34).



Typus, an den Ufern und Inseln des jonischen Meeres aber ist die Gliederung im Lias noch detaillierter.<sup>77)</sup>

An den Ufern des jonischen Meeres zeigen sich die Trias- und Juraschichten in solcher Faciesausbildung, wie in Dalmatien, wo sie G. Bukowsky mit der Oberkreide und den Eocänschichten zusammen in den Kettenfalten des dinarischen Adriaufers antraf. Diese endigen bekanntlich in der Gegend von Alessio. RENZ's Studien konstatierten ihre Fortsetzung südlich der albanischen von Nord nach Süd verlaufenden Ufer-Bruchlinie auf den jonischen Inseln und in den Olenos-Pindos-Gebirgen.

Die von Griechenland bis Kroatien sich erstreckende Grauwackenzone wird in Nordalbanien von einer anderweitigen geologischen Region unterbrochen, es ist dies das von BARON FRANZ NOPCSA mit grossem Fleißen und aus weitem Gesichtskreis untersuchte Gebiete. Die von ihm als „Durmitor-Tafel“ benannte als Basis dienende paläozoische Grauwackenzone tritt im normalen Zuge auch in Griechenland auf, allein in dem eigentümlichen rechtwinkligen nordalbanischen Bruch der östlichen Ufers der Adria bis zum Vardartale wird sie von den unter dem Namen Cukali und Merdita von ihm bekannt gemachten, aus anderweitigen Faciesen aufgebauten Bergländern unterbrochen.<sup>78)</sup>

In dem nordostalbanischen Valbona-Tal, welches der Lim-Quellgegend benachbart ist, machte BERGRAT FR. KERNER v. MARILAU eingehende Studien: Geologische Beschreibung des Valbonatales in NO Albanien. (Ergebnisse des im Auftrage d. kais. Akademie d. Wissensch. im Sommer 1916. unternommenen geologischen Forschungen. Denkschriften d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturwissensch. Classe (Bd. 95 p. 315—354; (1—40). Diese Beschreibung schließt sich dem albanischen Studium BARON FR. NOPCSA's eng an. Als von dem Schauplatze meiner Untersuchungen sehr entfernt gelegener Gegenden, die sehr eingehend untersucht wurden, gab mir diese Beschreibung sehr wenige Anhaltspunkte. Die mit dem Tonschiefer zusammen gefaltete Kreide und der eocäne Flysch, der mit dem Trias zusammen gefaltet ist, bringt die NO-albanische Gegend mit der Cukali, Merdita und mit der albanischen Tafel, sowie mit den Bergketten längs der Adria in nähere Verwandtschaft, nicht aber mit den westserbischen paläozoisch-triadischen autochthonen Zügen, auf die Kreide ohne das Eocän transgrediert.

In dem mit 1728 m. kulminierenden Cukali-Gebirge wurden nach FR. NOPCSA mit abwechslungsvollen Schichten des Paläozoikums und Mesozoikums schuppenförmig einem von Nordosten her kommenden Druck zufolge die aus Trias, Kreide und Eocän bestehenden Falten der dinarischen Bergketten längs der Adria überschoben.

Im Cukali-Gebirge finden sich oberkarbonische Schichten von dalmatinischer Facies, permische, obertriadische Tonschiefer, Jaspis, Hornstein und aus Ophit, dessen Tuffen, viele Ammoniten enthaltendem rotem knolligem Liasmergel, Radiolarien führendem Kalk und aus Eocän-Oligocän bestehende Schichten.

Nach den geologischen, tektonischen und Facies-Einheiten des Cukali-Gebirges reiht FR. NOPCSA in den westlichen Gebirgsgruppen der Balkan-Halbinsel als vierte die nordalbanische Tafel an. Diese erstreckt sich bis beiläufig in die Mitte Montenegros. Ihre unteren Schichtglieder erinnern an die Schichten des Cukali mit eben-

<sup>77)</sup> Siehe K. RENZ's: Arbeit p. 515—536 (95—116) und 553—602 (138—182).

<sup>78)</sup> Siehe F. NOPCSA's folgende Arbeiten: Daten zur Geologie d. nordalbanischen Uferbergketten. Jahrb. d. kgl. ung. geolog. Anst. Bd. XXIV., 1916., pag. 386—392 (22—28). Geologische Karte von Nordalbanien, Serbien und Ostmontenegro. Földt. Közl. Bd. XLVI. pag. 227—231.



solchem Karbonperm und ebensolcher Trias. Im Paläozoikum figuriert auch das Unterkarbon, in der mittleren Trias finden sich nur tufföse Gesteine, der Lias ist durch schwarzen Crinoiden führenden Kalk, der obere Jura durch Kalke mit *Elipsactinia* charakterisiert. Die ganze Kreide ist darin enthalten, unten mit dunkeln bituminösen, oben mit lichtgefärbten Rudistenkalken. Das Eocän ist durch Kalk, Schieferton und Sandstein in diskordanter Lagerung vertreten.

FRANZ NOPCSA's vierte Einheit, die Schichtgruppe des Merdita-Gebirges, erhebt sich an der linken Seite des Drinflusses. Mit Schuppenstruktur schob es sich von Süden her auf das Cukali-Gebirge. Bei Korja kommt der Merdita-Komplex mit der nordalbanischen Tafel zusammen und hat sich auf diese hinaufgeschoben. Die Schichten des Merdita-Gebirges unterscheiden sich nur insoweit von jenen des Cukali, daß in ihnen der Serpentin eine große Verbreitung erlangt. Statt des jurassischen Radiolite des Cukali herrschen im Juraniveau des Merdita Serpentin und Gabbro. Der oberkretacische Rudistenkalk liegt diskordant auf den früheren Schichten des Merdita.

Die nach dem Durmitor-Gebirge benannte Decke ist nach FR. NOPCSA die fünfte Einheit in dieser Gegend. In stratigrafischer Hinsicht ist sie mit der nordalbanischen Tafel identisch, Kreide und Eocän fehlen.

Auf die adriatischen Uferketten schob sich von Nordosten her die Cukali-Gruppe darauf. Auf der Cukali-Gruppe liegt die nordalbanische Tafel und von Süden her das Merdita-Gebirge. Das letztere aber ist vom Durmitor überdeckt.

Nach mündlicher Mitteilung FR. NOPCSA's erstreckt sich der Serpentin des Merditagebirges vom weißen Drin, vom Ipek—Motochijaer Becken nach Nordwesten längs des Zlatibor Massiv hin bis zum Višegrad der Drina.

Diese in großem Stiel entwickelten Erklärungen Baron FRANZ NOPCSA's bleiben bis dahin in hypothetischer Ungewissheit, bis wir das geologische Alter oder die Zeitperioden der Ophitmassen und ihrer Tuffite — da man nach den bisherigen Beobachtungen die Ophiteruptionen in mehrere Zeitabschnitte verlegt — mit Fossilien nachweisen können. Unsere westserbischen Beobachtungen, mit denen wir die stratigraphische Einheit der paläozoischen Schiefer und der Durmitorer Triaskalktafel vom Devon bis zur oberen Trias konstatierten, unterstützen NOPCSA's Auffassung bezüglich der Lage der Jura, Kreide und Eocändecken des Cukali und Merdita-Gebirges nicht. Nur in dem Falle könnte ich seine Auffassung verstehen, wenn ich wüsste, daß das Cukali—Merdita-Gebirge und die Uferbergketten aus einem zusammengehörigen Schichtenkomplex bestehen, auf welchen die mezozoischen Decktafeln der kristallinen Massiv des Rhodope-Gebirges sich anlehnenden paläozoischen metamorphisierten Schiefer auf die albanische Tafel, sowie auf die Abänderungen der östlichen Facies der Uferfalten sich aufschoben und zwar als ob sie horizontal auf dieselben gerutscht wären. Die dinarischen Züge des Balkans brachen sich in ihrem Verlaufe längs dem Drinafluß und zwar in zweifachem Knie. Die Halbinsel hat da eine große klaffende Wunde, die vom Absatz des italienischen Stiefels nach Nordosten gegen die Umkrümmung der balkanischen Gebirgskette in Bulgarien nach Sofia hin streicht.

Es ist dies einer jener zahlreichen Querbrüche, die nach KOSSMAT und KATZER in SW—NO-licher Richtung die dinarischen Falten schneiden und sie stören.

Auch die geologischen Detailaufnahmen der kgl. ung. geologischen Anstalt konstatierten mehrere derartige Querbrüche im Karst von Modrus-Fiume. (Siehe bei V. VOGL, T. KORMOS.)



Die Bildungen der Ophitformation schoben sich in diese alte Wunde breiter und mit größerer Differenzierung ein und sind als lokale verquerende geosynklinale Tiefenbildungen zu betrachten. Als ob eine Bucht oder ein Kanal der mezozoischen Thetissee der mediterranen Region das alte Rhodope Massiv der Balkan-Halbinsel halbiert hätte, in welchem die Bildungen des Cukali- und Merdita-Gebirges zustande kamen.

Baron F. Nopcsa's Decke des Durmitor-Gebirges könnten wir in ihrer balkanischen fünften Flächeneinheit nur mit den Beifügen akzeptieren, daß wir derselben mindestens den mächtigen bis zu den Devonschichten hinab sich erstreckenden Komplex der paläozoischen halb metamorphisierten Schiefer zurechnen.

Ich habe im Vorhergehenden nachgewiesen, daß in Westserbien und ich kann hier hinzusetzen, daß auch in Bosnien, die bis zum obertriadischen Dachstein-Megalodus-kalk reichenden mächtigen Triastafeln konkordant und in ununterbrochener stratigraphischen Folge den karbon-, Perm-, unter- und mitteltriadischen Schichten aufliegen und mit diesen als autochter Basis die bisher bekannte älteste zusammengehörige Schichtenfolge dieser Gegend abgeben. Wenn also Nopcsa's fünf tektonische Einheiten für ganz Westserbien und auch für die Gebiete von Novipazar Berechtigung haben, dann müssen wir die Tafel des Durmitor-Gebirges und die Überschiebung dieser auf die nordalbanische Tafel mit den paläozoischen metamorphisierten Schiefer zusammen voraussetzen.

Dieses folgern wir auch aus den ostmontenegrinischen Studien T. KORMOS's und E. VADÁSZ's. Es erscheint dort, wo die paläozoischen Schiefer mit ihrem Trias zusammenhängend die Eocän- und Kreideschichten der albanischen Tafel überdecken würden.

In diesem Sinne und mit dieser Erweiterung nimmt die tektonische Einheit des Durmitor einen sehr großen Teil Westserbiens und Ostbosniens ein und zwar als älteste sedimentäre Bildung der centralen Teile des Balkans.

Wie ich es in den regionalen Beschreibungen darlegte, überlassen die wenig umgewandelten paläozoischen Schiefer nach Norden und Osten hin, wo die Triaskalktafel nicht mehr auf ihnen sitzt oder sich verschmälert und zu Streifen auflöst, mehr dem metamorphisierten, mit Granit- und Alpit-Intrusionen durchgesetztem Glimmerschiefer, ja dem Gneiss die Herrschaft.

In der Čer-Vlašić planina, ferner in der Hügelgegend, zwischen den Tälern Ljig-Peštan bis Arangjelovac, der Gegend von Kragujevac und in den niederen, mit Löß bedeckten Berggegenden von Sumadija bis zur Vereinigung der beiden Morava-Arme und über diese hinaus nach Süden bis zu den hohen Bergen (Kopaonik, Jaštrovac) zwischen den Ihara und der großen Morava aber fallen sie in die stärker kristallinische metamorphe Zone. Dieser große nordöstlich gekrümmte Höhenbogen wird durch eine mit ihm parallele Depression von den kaum metamorphisierten paläozoischen Tonschiefern getrennt. Vom unteren Lauf der Drina bezeichnet der serbische Jadar, Ober-Kolubara, das Ljigtal, die Wasserscheide dieses gegen die Morava hin längs der Lajkovac—Gornji—Milanovac—Čačaker Eisenbahn eine trennende Vertiefung.

Diese scheidet die paläozoischen Schiefer von jüngerem Aussehen von den stärker metamorphisierten Glimmerschiefer-gneisartigen aplitischen kristallinen Schiefer; sie dient den großen Transgressionen der obertriadischen Kalktafeln und der Oberkreide als östliche Grenze und scheidet die westlichen Kreidegebiete von den nördlich und östlich von ihr herrschenden tieferen Kreidebildungen.



Ohne gezwungene Argumentationen können wir den Durmitor als dem Rhodope-Massiv konkordant auflagerndes von Paläozoikum an bis zum Mesozoikum reichendes Autochthon betrachten. Die stärker metamorphisierten Schiefer des Čer—Iverak und deren Fortsetzung gegen Arangjelovac—Kragujevac hin bis zur Vereinigung der beiden Morava (Stalac) betrachte ich als enger zum Rhodope gehörig und als ältere Gebilde dieses Gebirges.

I. CVIČ<sup>79)</sup> beleuchtete die Lage und Tektonik der kristallinen Schiefer des Rhodope-Massivs, sowie auch der ihnen aufliegenden Trias- und Kreideschichten. Er wies darauf hin, daß im Rhodope-Gebirge zwei Diskordanzen vorhanden sind, deren ältere, zwischen in das Periode die kristallinen Schiefer und die Kreide die jüngere zwischen das Paleogen und Neogen fällt.

Aus K. RENZ's Studien ging hervor, daß die kristallinen Schiefer des Rhodope-Gebirges mit den paläozoischen und Trias-Ablagerungen zusammen auf der Balkan-Halbinsel bis Griechenland hin reichen, von wo sie sich von Morea, Attica, dem nördlichen Teil von Euboea und der Chalkidi-Halbinsel her über die Inselreihe der Kykladen bis an die jetzige Küste Kleinasiens verfolgen lassen.<sup>80)</sup>

Jenes grosse Massiv, welches von den über 2900 m. sich erhebenden Höhen des Rhodope und der Rilo planina südöstlich nach Kleinasien, nordwestlich aber über Serbien bis zur Save seine zusammenhängenden Züge entsendet, dehnte ich in meinen gelegentlichen kurzen Mitteilungen wiederholt gegen das grosse ungarische Becken und unter die Tiefen dieses aus.

Auch die das ungarische Becken umgrenzenden kristallinischen Inselgebirge und die Kerngebirge der Karpaten rechne ich dazu. Nicht nur die das ungarische Becken von Osten umgürtenden Banater Gebirge: die Pojana-Ruszka, Hegyes-Drócsa und das im weiteren Sinne genommenen Bihargebirge, sondern selbst die Abfälle der Ostalpen: das Rosalia-Leitha-Gebirge, die Kőszeger Berge und die steirischen Murtaler kristallinen Schieferberge dachte ich mir als zum Rhodopegebirge zugehörig.

Die Zergliederung und das Versinken des Massivs in die Tiefen des Alföld schrieb ich jungen grossen Absenkungen zu, wo ich mir noch gegen Ende der Mediterranzeit (Miocän) hoch emporragend alte Massen vorstellte.

Auf andere Weise konnte ich nur die am Rande des Beckens sich ausbreitenden hochliegenden neogenen Schotter im Bakonyergebirge nicht erklären, als mit einer zu gleicher Zeit im Becken mit ihnen sich aufragenden hohen Berggegend.

Jene ähnlichen orographischen Formen die serbischen metamorphisierten Schiefergebirge, die inneren kristallinischen Massen der Karpaten und die steirischen Schiefergebiete des Murtales charakterisieren, setzen lang andauernde Festlandsverhältnisse auf diese voraus.

Auch K. DIENER<sup>81)</sup> ist der Ansicht, daß die östliche Centralzone der Alpen mit ihren einzelnen Teilen zu den ungarischen inneren Gebirgen und den serbisch-kroatischen Inselgebirgen in näherer tektonischer Beziehung steht.

In einer Studie F. KOSSMAT's<sup>82)</sup> kommt diese Auffassung noch mehr zur Geltung. Diese Frage kam in einer von mir projektierten und zustande gebrachten Kon-

<sup>79)</sup> Tektonische Vorgänge in der Rhodope-Masse. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. math. naturwiss. Bd. CX. Ab. I. (1901) p. 409—432.

<sup>80)</sup> Siehe K. RENZ's citierte Arbeit und F. FRECH: Geologie Kleinasiens in Bereich der Bagdad-bahn. Stuttgart 1916., pag. 110—126.

<sup>81)</sup> Bau und Bild Österreichs. Wien 1903. (Ostalpen) p. 566.

<sup>82)</sup> Die adriatische Umsendung der alpinen Faltenregion. Mitt. d. geol. Ges. Wien, 1913. I. Bd. p. 121.



ferenz — ich glaube, es war i. J. 1900 — welche in Professor E. SUSS's wiener Wohnung abgehalten wurde, unter Teilnahme V. UHLIG's, K. DIENER's und J. CVJIČ's zur Sprache; ich brachte sie damals vor, als ich für die Pariser Weltausstellung in die ungarische Gruppe bestimmte geologische und morphologische Karten konstruierte. Ich verteidigte kräftig meine Ansicht, daß die Centralzonen der Ostalpen gegen das ungarische Becken hin sich verflacht und seine jungen Faltungen verliert, dem entsprechend in tafelartigen Schollen im Becken sich fortsetzt und unter das Alföld abgerissen, in das östliche Balkanmassiv übergeht.<sup>83)</sup>

In dem grossen Schichtenkomplex der serbischen mit den Werfener Schichten endenden Phyllitgruppe, von dem eingelagerten marinen Devon und Permokarbon abgesehen, welche Ablagerungen in nicht grosser Mächtigkeit zwischen den Tonschiefern Grafitschiefern, Arkosensandstein- und den quarzbreccien-konglomeratischen sericitischen Bänken sitzen, herrschen Ablagerungen von Festlands-Charakter vor. Die nächste Verwandtschaft zur serbischen Phyllitgruppe läßt sich in dem Bacher-Gebirge der Alpen suchen.

Aus dem Studium F. TELLER's<sup>84)</sup> und HERITSCH's<sup>85)</sup> folgere ich, daß der Gneisgranit, Aplit, Porphyrit und Dacit des serbischen Čer und Vläsić Planina im Bacher Gebirge im grösseren Maßstabe ihre gut untersuchte Aequivalente besitzen.

Nützlich wäre es auch, die serbischen phyllitisch-paläozoischen Schiefer mit dem Paläozoikum der karnischen Bergketten einem lokalen Vergleich zu unterziehen. G. GEYER's<sup>86)</sup> Detailaufnahme stellen die aus der Karnischen Hauptkette (Karnische Hauptkette und nördliche Abdachung) stammenden dortigen halbkristallinischen Tonschiefer, Konglomerate, Arkosen und Graphitschiefer so dar, daß ich ihre Beschreibung als auch auf die serbischen gleichnamigen paläozoischen Schiefer passende bezeichnen kann.

In der Karnischen Hauptkette fehlt auch das Devon, Permokarbon und die Trias nicht. (Siehe oben FRECH und SCULPIN's Arbeiten).

Ich zweifle nicht daran, daß eine solche Vergleichung das Verhältniß zwischen den Bildungen der Ostalpen und des „östlichen Festlandes“ wesentlich aufklären würde und auch das erläutern würde, daß die verwandten Bildungen der Karnischen Alpen nach Osten hin ihre grosse Mächtigkeit auch ursprünglich stark verloren hatten, oder daß tektonische Bewegungen, alte oder jüngere Denudation ihre Rückbildung nach Osten hin verursachte.

Wie ich auch oben schon darauf hinwies, bekräftigen die in der Karnischen Hauptbergkette zwischen den altpaläozoischen Tonschiefern auftretenden, viele hundert Meter mächtigen dunkelgrünen, überaus zähen und starren Tuffe, die bunten grünen und violetten Tonschiefer, GEYER als Diabastuffe bezeichnete und mit Porphyriten in Verbindung brachte, noch mehr die Verwandtschaft mit den serbischen Verhältnissen. (L. c. p. 100—101.)

Diese karnischen grünen Diabas-Porphyrirtuffe scheinen nämlich mit den serbischen Ophittuffiten sowohl in petrographischer, wie auch in Hinsicht der Lagerung übereinzustimmen. Die Tatsache der größeren Massen des Serpentin-Peridotites und

<sup>83)</sup> Siehe DIENER l. c. p. 474.

<sup>84)</sup> Über den sogenannten Granit des Bachergebirges. Verh. d. k. k. Geol. R. Anst. 1893. pag. 171—172 (1—14) und 1894 (6).

<sup>85)</sup> Zur Geologie des Jesénkoberges (Westl. Bacher); Centralbl. f. Min. etc. Jg. 1913. p. 610—613.

<sup>86)</sup> Über die geologischen Aufnahmen im Westabschnitt der Karnischen Alpen. Verhandl. d. k. k. geolog. R. Anst. 1899 pag. 89—117 (1—29), besonders aber pag. 97—107 (9—19).



des Diabas-Gabbros in Serbien gibt zu der reduzierten Mächtigkeit dieser in den karnischen Alpen den Unterschied der beiden Regionen. Auf beiden Gebieten sind die grünen Tuffe und Schiefer den altpaläozoischen Tonschiefern und Grauwacken eingelagert, diesen Anschein bestätigt auch GEYER (l. c. p. 101).

EDM. MOJSISOVICS der i. J. 1879, zur Zeit der Okkupation Bosniens und der Herzegovina mit dem wiener Geologen E. TEITZE, A. BITTNER und dem agramer Professor PILAR im Auftrage des österreichischen Kultus- und Unterrichts-Ministeriums die okkupierten Gebiete zuerst regelrecht bereiste, nennt mit seinen Kollegen übereinstimmend in der das Resultat der Studien darstellenden grundlegenden Arbeit<sup>87)</sup> „Orientalisches Festland“ das Gebiet, welches bis zu der Belgrad, Agram, Pécs und Szabadka verbindenden Linie vom rechten Ufer der Save unter das ungarische Alföld sich verliert.

MOJSISOVICS ging von den alten, von weitem Gesichtskreis ausgehenden Beobachtungen und Mitteilungen K. PETER'S aus, als er das von ihm längs der Morava in großen Zusammenhang gezeichnete östliche Festland bis zu den Inselgebirgen zwischen der Save und Drau und bis zum Pécs (Fünfkirchner) Gebirge ausdehnte.

Seine diesbezüglichen Erklärungen fasst MOJSISOVICS im folgenden kurzen Resumé zusammen: „Im Westen herrscht in Bosnien und der Herzegovina während der paläozoischen und mezozoischen Epoche eine rein pelagische, ununterbrochene Schichtenablagerung. Nach Osten hin berührt sich diese mit einer Festlandsregion, die einen großen Teil von Südungarn, Mittelserbien und das vom Balkangebirge südlich gelegene Rumelien in sich fasst. Es ist dieß das alte orientalische Festland, das zuerst in der Jura- und Kreideperiode in einzelnen Teilen vom Meer überflutet war; dieses scheidet die bosnisch-herzegovinischen Alpen vom Balkansystem, dem seinem geologischen Aufbau zufolge das Banater Gebirge noch hinzurechnen ist.

Dieser bedeutsamen Auffassung E. MOJSISOVICS'S wurde nicht die verdiente Würdigung zuteil.

E. SUSS spricht in seiner großen Arbeit „Das Antlitz der Erde“ nur nebenbei als von der serbisch-kroatischen Masse (Bd. I. p. 304), und der Rhodope-Masse (Bd. III. p. 426). Die Modernen tektonischen Deckentheorien in der gegenwärtigen secessionistischen und kubistischen Zeit der geologischen Hypothesenkunst verdunkelten E. MOJSISOVICS'S Ideen und Gedanken über das orientalische Festland. Bei all' dem liess E. SUSS den aus den übertriebenen unbegründeten Deckenhypothesen, namentlich der ostalpinen Decke herausführenden Weg mit dem folgenden Ausspruch offen: „Die Mur-Alpen bieten landschaftlich, sowie in der Art ihres Hervortretens aus der weiten Ebene in nicht geringem Grade die Merkmale eines älteren, autoctonen Landstreiches. Hier ist es, wo Zweifel gegen den deckenförmigen Bau die meiste Berechtigung finden. Vielleicht wird man einmal bereuen, hier ein fremdes Stück aus den Alpen auszuschneiden.“ (Antlitz der Erde III. 2. pag. 221; F. KOSMAT'S Studien a. d. J. 1913. p. 148.)

Die centrale Zone der Ostalpen ist nach der Äusserung K. DIENER'S ein dunkles Kapitel der Alpengeologie (Bau und Bild Österreichs p. 410).

V. UHLIG'S Arbeiten und BECKE'S Studien aus den Tauern. H. MOHR'S Erläu-

<sup>87)</sup> Grundlinie der Geologie von Bosnien und d. Herzegovina, Wien, 1880. pag. 12—15 und Kartenskizze I.



terungen mit den Arbeitshypothesen der Deckentheorie. (Versuch einer tektonischen Auflösung der Nordostzone der Centralalpen. Denkschriften d. math. naturwiss. Cl. d. kais. Akademie der Wiss. Wien 1912. Bd. 88. pag. 633—652 (20), sowie L. KOBER's interessante Studien besonders (Über Bau und Entstehung der Ostalpen; Mitt. d. geolog. Gesellschaft Wien, IV. Bd. 1912. p. 97—103) führten in dem Ideenkreise der Deckentheorie gleichfalls nicht näher zur Lösung des Problems.

Diese sehr geistvollen, aber wenig begründete Arbeiten bezeichnet Fr. KOSMAT (Die adriatische Umrandung i. d. alpinen Faltenregion. Mitt. d. geolog. Anst. Wien, 1913, pag. 121, 145, 148.) mit seiner die Deckentheorie berührenden Kritik als vielmehr störende, denn als zur Lösung führende Bestrebungen.

Nach der Deckentheorie ist in den Ostalpen die helvetische von der lepontinischen, diese aber von der ostalpinen Decke überdeckt. Alle diese Bewegungen versetzten LUGEON, TERMIER und UHLIG in das Miocän. Auf Grund der neueren Forschungen wird jetzt auch die Hauptbewegung der ostalpinen oder der obersten Decke als vor der Gosauzeit, beziehungsweise vor dem Cenoman vor sich gegangen betrachtet. (Siehe KOBER l. c. pag. 106—107.) Die lepontischen und ostalpinen Grauwacke-Decken der Centralzone auch unter den serbischen mehr-weniger metamorphosierten Schiefern zu suchen und mit Baron FRANZ NOPCSA unter die nord-albanischen angenommenen fünf Decken einzureihen, wäre keine große Kunst. Mit einem solchen Versuch freilich müßte man die Dinariden, die das idente tektonische Streichen mit den serbischen und montenegrinischen Bergzügen eng verbindet, mit den Alpen in engere Verbindung bringen, was ich im obigen auch tat. Die Anhänger der schablonmässigen alpinen Deckentheorie aber trennen die Dinariden streng von den Alpen und indem sie E. SUESS folgen, halten sie von Süden auf die Alpen draufgeschoben. TERMIER's Fantasie ließ allein die Dinariden aus 150 Km. Entfernung von der Nordseite der Alpen herkommen. Diese Auffassung trennt das Fal- tungssystem der Dinariden von jenen der Alpen.

Die Durmitor-Tafel, die ich mit ihrer metamorphosierten paläozoischen Basis bis zum Bacher-Gebirge und von diesem weiter bis zur kristallinen Achse der alpinen Centralzone der Murgegend ausdehnte, könnte ich keineswegs weder in jenes Bild einbegreifen, welches die Decken-Theoretiker von den Ostalpen, noch in jenes, welches Baron F. NOPCSA mit Genialität und sorgfältiger lokaler Arbeit vom Balkan entworfen.

Zurückkehrend auf E. MOJSISOVICS's orientalisches Festland, betrachte ich in der von mir ausgedehnten Region desselben die vertikalen Bewegungen der einzelnen Gegenden bis zum neogenen Abriß des Alföldes als annehmbarere und einfachere Erklärung für mehrere solche Erscheinungen, die bisher als Beweis für die Deckentheorien dienten.

Die Facies der paläogenen Ablagerungen des ungarischen Beckens unterscheidet sich so sehr von den Ablagerungen des siebenbürgischen Beckens, daß wir diese beiden Sedimentationsgebiete als lange Zeit voneinander räumlich getrennt annehmen müssen.<sup>88)</sup>

Sicherlich waren auch zur Zeit der paläozoischen und mesozoischen Ablagerungen in den das grosse ungarische Becken damals einnehmenden autochthonen grossen Festländern kleinere und grössere Depressionen und Buchten, die von miteinander nicht kommunizierenden Meeresteilen bedeckt waren. Mit solchen von

<sup>88)</sup> Siehe LUDVIG V. LÓCZY sen. : Geologische Bildungen der Balaton (Plattensee)-Gegend etc. pag. 235.



Festland-barrieren getrennten Meeresteilen können wir den faciiellen Unterschied der nicht weit voneinander fallenden ehemaligen paläozoischen und mesozoischen Schichten erklären.

Das produktive, Kohlenflötze und fossile Pflanzen führende Festlands-Karbon im westlichen Banater Gebirge und das marine Karbon im östlichen Teil des Gebirges, sowie im Borsoder Bükkgebirge, der an Köhlenflötzen reiche untere Lias, der neritische obere Lias und Dogger in Fünfkirchner Gebirge und im Westbanater Gebirge, zeigen eher mitteleuropäische Neritische Facies gegenüber dem Bakonyer und Bihar Lias und Dogger, welche zumeist typische mediterrane Facies aufweisen. Die Callovien—Malm—Unterkreide-Schichten des Villányer-Gebirges und des Bakony zeigen ohne Übergänge mit einander wechselnde mitteleuropäischen und mediterranen Typus.

Scharf unterscheiden sich in der Facies am Rande der das grosse ungarische Becken umgebenden Bergländer und die Mittelgebirge, wie Bakony und Bihar umrandenden, kohlenführenden oberkretacischen Schichten von Gosautypus von der in Serbien verbreiteten Oberkreide; diese Schichten erinnern an die obere Kreide von Portugal der Lombardei und Südfrankreichs.

Die aus dem umgebenden „Thetys“-Meer eindringenden Buchten, Becken und Kanäle, von verschiedenen Tiefen, Strömungen, Flußsystem und Ufergegend der Verzweigungen der Geosynklinalen mag die häufig sich ändernde Facies auf dem Gebiete des grossen autochthonen Massivs erklären.

Es läßt sich nicht bezweifeln, daß vertikale positive und negative Bewegungen das Massiv dislocierten. Als Beispiel mag uns die unvermittelt steile Absenkung der südwestlichen Ecke Griechenlandes unmittelbar unter dem Ufer auf den 300 m. tiefen Meeresgrund vorschweben.<sup>89)</sup>

Aus dem pliocänen, ja pleistocänen grossen Abriß, der Griechenland und die Insel Kreta umgibt, stammen die verschiedenen Meerestiefen her, die hier von einander sehr abwechselnde und mit einander wechselnde Sedimentfacies geben mögen.

Hiemit erklärte ich in einer meiner für das größere Publikum bestimmten volkstümlichen Arbeiten<sup>90)</sup> die Entstehung der so sehr verschiedenen Faciese der einstigen Schichten, die im großen ungarischen Becken angetroffen wurden.

E. HAUG behandelt in seiner vorzüglichen Studie (*Les Géosynclinaux et les Aires continentales contribution a l'étude des transgressions et des régressions marines. Bult de la Société géologique de France, 3. serie, Tome XXVIII—1900. p. 617*) über die Geosynklinalen und kontinentalen Gebiete des Erdrunden von dem Gesichtspunkt aus, um das Verhältniß der Meerestransgressionen und Regressionen zu einander, ihre Bewegungserscheinungen und deren Folgen zu erklären. Mit den Konklusionen dieser Arbeit stimmen jene kürzere Mitteilungen überein, die ich im vorigen über das im großen ungarischen Becken abgesunkene große kontinentale Massiv entwickelte. Für die Richtigkeit meiner Ansichten sprechen die Resultate der bisher zu allgemeiner Kenntniß gelangten Gravimetrische Studien (Schwäremessungen) Baron LORAND EÖTVÖS's. Dieser unser verewigter großer Gelehrter beging mit seinen wunderbaren Instrumenten auf Grund vieljähriger Versuchsergebnisse das Alföld, mit seinen Arbeitsgenossen eine mühevollen Arbeit verrichtend. Seine Messungen kon-

<sup>89)</sup> K. RENZ I. c. p. 445.

<sup>90)</sup> Geographische, gesellsch. wiss. etc. Beschreibung der Länder der ungarischen Krone. 1918. p. 29.



statierten unter der Ebene des Alföld (Tieflandes) Massen von verschiedener Dichte und Regionen von Massen-Anreicherung und Verminderung in größerer Ausdehnung.

Hiemit stimmt meine Annahme überein, daß in den Tiefen des Alföld und der es umgebenden Hügellagen dichtere kontinentale Massive und geosynklinale Zonen von loseren Gesteinen abwechseln. Die allgemeine Auffassung ist geneigt in den Geosynklinalen stark gefaltete Schichten zu sehen, in den partiellen Geosynklinalen der Tiefen unter dem ungarischen Becken würde ich das Ebenbild der Struktur der Pécser, Villányer und Bakonyer Schollengebirge vermuten.

Mit E. HAUG's Argumentationen, die eine größere Würdigung und Nachahmung nicht fanden, stimmen meine Auffassungen über das ganze Gebiet, das ich kurz besprach, vollkommen überein.

Wenn im ungarischen Becken nicht Schollengebirge, sondern stark gefaltete Gebirge von karpatischer und alpiner Tektonik wären und mit Faltungsbewegungen nach gar oben gegebenen Erklärung mit nahe aneinander entstandenen, weit gelegenen wurzellosen, von verschiedener Facies auf einander geraten wären, in diesem Falle könnten sie ebenso beweiskräftig den Anhängern der Deckentheorie dienen, wie die Schichtenfacies-Unterschiede der Alpen, die jetzt als ungelöste Probleme ohne Erklärung figurieren oder zu solchen unmöglichen deduktiven Folgerungen führten, wie sie V. UHLIE und L. KOBER aussprachen.

All' dieses beschrieb ich darum ausführlicher, um darauf hinzuweisen, daß das orientalische Festland, oder das serbisch-kroatische, man kann auch so sagen, daß zwischen den Höhen des Rhodope-jugoslavisch-ungarischen Massive in seichten Meeresteilen abgelagerte paläozoische, triadische, jurassische und kreide Schichten von abweichender Facies sich bildeten. Ferner sprach ich auch namentlich darum über diese Probleme, weil der ganze autochtone Komplex in dem serbischen Grundgebirge von den metamorphen Schieferungen an bis zu der obertriadischen Diploporen, Algen und Megalodus führenden Kalktafel mit Baron FRANZ NOPGSA's Decke des Durmitor-Gebirges zu identifizieren ist. Aus dieser autochthonen Region scheint in Serbien der Lias und Jura zu fehlen oder nur in Sedimenten vorhanden zu sein; im Südosten, Nordwesten und Nordosten treten diese Systeme in verschiedenen Facies häufig auf. Man sieht diese am Ort der Transgressionen der mesozoischen Meere, wo diese Meere in die Buchten, Kanäle und abgeschlossenen Becken des Massivs aus verschiedenen Richtungen eindringen.

Die Bildungen des westserbischen orientalischen Festlandes können wir, wie wir sahen, von der devonischen Periode an in Rechnung ziehen und bis zum Mesozoikum ausdehnen. Im allgemeinen können wir in ihnen anfänglich Festlandsbildungen, später Ablagerungen nicht tieferer Meere erkennen.

Die Deckschiefer und Phyllite der paläozoischen Schichten weisen auf ein ruhiges und tieferes Wasser als Ablagerungsmedium hin, die graphitischen Tonschiefer deuten auf sumpfige torfbildende Ablagerungen, die Arkosensandsteine und die sericitischen quarzbreccienartigen Konglomeratbänke ließen die Arbeit des am Festland fließenden Wassers zurück. Die große fast ausschließliche Verbreitung der letzteren mehr Festlands-Schichten fand ich an der Novipazar-südwestserbischen Grenze und im südlichen Flügel des paläozoischen Zuges, der das mittlere Drinatal begleitet. Unsere Geologen E. VADÁSZ, T. KORMOS und JEKELIUS<sup>91)</sup> fanden auf dem Gebiete des Sandschaks, Novipazar und in Ostmontenegro zwischen den metamor-

<sup>91)</sup> F. VADÁSZ: Geologische Beobachtungen in Ost-Montenegro, pag. 21. T. KORMOS und E. JEKELIUS Geologische Notizen über Montenegro und aus Serbien. p. 82.



phisierten Schiefern Karbon-permische Kalkeinlagerungen. In die gleiche Region gehören auch die von BITTNER<sup>92)</sup> im bosnischen Pračatal gefundenen linsenförmigen Kalkmassen mit Karbonfossilien.

Diese haben aber eine unvergleichlich größere Verbreitung in dem nordöstlichen Flügel des großen paläozoischen Zuges der mittleren Drina zwischen Zvornik, Krupanj, Bečka, Valjevo, Kamenica und Žavlaka, von wo sich die paläozoischen Kalke nach Südosten, Nordwesten, sowie auch in die Vorberge der Mačva längs der Save verfolgen lassen.

Die Meeresingressionen drangen also von zwei Seiten, von Südwesten und noch mehr von Nordosten zwischen die klastischen Festlandsablagerungen ein, die paläozoischen Massive aber überdeckte sie nicht vollständig. Die Facies der devonischen Schichten lässt sich mit den weißen Kalken von Koniperus und mit den den Grauwackenschiefern der karnischen Alpen eingebetteten Horizonten vergleichen, auch die oberkarbonischen und permischen Kalke werden dorthin, ebenso die serbischen auf die karnischen Faunagebiete und jene von Grichenland und Sicilien bezogen.

Zwischen Pečka und Krupanj und in der Gegend von Valjevo sind die Kalke teils in Zügen, teils in einzelnen Klippen den Schiefern eingebettet. Sie ahnen die Kalkklippe der Karpathen überraschend nach, um sie herum aber sind die weit ausgedehnten Schiefer nicht nur in ihrer petrographischen Ausbildung mit der gefalteten und reich gefälteten Strukturen der Flyschbildungen, sondern auch regional-tektonisch ähnlich.

Die glimmerigen Schiefertone der Werfener Schichten und ebenso ihre Sandsteine, Mergel und dunkeln Kalkplatten stimmen staunenswert mit den Werfener Schichten des Balatonhochlandes überein. Auch gut genug charakterisierende Fossilien enthalten sie, von denen ich sagen kann, daß ihre Individuen viel größer sind, als die identischen Formen der Alpen und des Balatonhochlandes.

Während die paläozoischen Kalke zerstreut an den südwestlichen und nordöstlichen Abhängen des grossen Schiefermassivs vorkommen, liegen die Werfener Schichten in identischer Ausbildung in allgemeinerer Decke der paläozoischen Schiefern auf und deuten auf eine grössere Ingression des Triasmeeres. Sie sind zwar weniger gefaltet wie ihr metamorphes Schieferliegend, nehmen aber doch an der Zusammenfaltung des Paläozoikums teil. Auf ihren transgredierenden Typus verweist der Umstand, daß an einigen Stellen, wie bei Valjevo, den Karbonkalk-Bänken in unmittelbarer konkordanter Lagerung die Campiler Fossilien führenden Tirolites-Mergel aufliegen. Zumeist läßt sich zwischen den paläozoischen Schiefern und den Werfener Schichten keine scharfe Grenze ziehen, so unauffallend entwickeln sich die letzteren aus den paläozoischen Schiefern. Es finden sich aber Stellen, wo die oberpermischen roten Sandsteine und Konglomerate der Balatongegend vom Typus der Grödener Sandsteine (im Drinabett oberhalb Banja-basta und Derventa im Moravicatal um Ivanjica herum unterhalb der Kalktafel von Mucanj) die typischen Werfener Schichten von den phyllitischen Schiefern trennen. Auf eine allgemeine Transgression kann man hieraus nicht schliessen. An sehr vielen Orten hindern das Erkennen der Werfener Schichten die Abstürze der grossen Triaskalk-Wände, die Geröllhalden und Steinflüsse, an anderen Orten wieder wurden die Werfener Schichten durch horizontale Fortbewegungen der Triaskalk-Tafeln ausgewalzt, verschmiert und die Kalke gelangten unmittelbar auf die paläozoischen Schiefer.

<sup>92)</sup> Grundzüge der Geologie von Bosnien u. d. Herzegovina, 1880., p. 198.



Wie ich das von mehreren Orten beschrieb, gehen die Werfener Schiefer, den in ihrem Liegenden vorkommenden Fossilien nach, durch noch zu ihnen gehörige dunkle, *Schizocorallium* führende plattige Kalke hindurch mit mehrfachen Wechseln in die mächtigen schwarzen Guttensteiner Kalk über, dann folgen lichtgraue, dünnere mitteltriadische (Wengener, Cassianer und Raibler) Kalke und mit auf mehr als 250—300 m. Mächtigkeit nicht zu schätzenden Diploporen, Kalkalgen und Korallen enthaltenden weisse und blaßroten, oben *Megalodus* führenden Kalken endet die aus den paläozoischen Schiefen sich entwickelnde Schichtenreihe.

Von den Werfener Schichten an aufwärts erkennen wir nicht die geringste Spur mehr von Festlandsbildungen. Die sämtlichen Ablagerungen indessen sind Sedimente eines nicht sehr tiefen Meeres, denn weder die Alpen von Pflanzlichem Ursprung, noch die Korallen und die Benthos-Biologie der dickschaligen Megaloduse verweisen auf etwas anderes, als auf einen littoralen Meeresgrund.

Die Ingression des Triasmeeres überdeckte in grosser Ausdehnung den westserbischen Arm des Rhodopemassivs von der Quellgend des Lim und der Drina bis zum Südabfall des Kolubara-Jadar Wassergebietes. Gegen diese Grenzen hin glaubte ich nach Nordosten eine allmähliche Verdünnung und Zerstörung der Triaskalke erkennen zu können.

Die Dolomite und Kalke der nordöstlichen Alpen und Karpaten, die Wettersteiner, Dachstein, Wetterling und des Chocs-Kalke und Dolomite die lömbardischen und südtiroler Ramsau Esinoer, Marmolazaer und die Kalke und Dolomite der Ampezzoer Seiser Alpenkamen mir in den Sinn, als ich zwischen den Kalkplateaus Westserbiens wanderte.

#### b) *Das Problem der serbischen Ophite.*

Mehrfache Ungewissheiten umgeben die Entstehung der serbischen Ophitgebiete. Bis es nicht gelingen wird, das geologische Alter der Tuffe der Ophit-Eruptionen und der mit den Tuffen zusammen abgelagerten Mergel und Kalkschichten marinen Ursprungs festzustellen, können wir eine Gewissheit zur Lösung des Problems nicht erhoffen.

Jetzt können sich in der Erklärung der Ophitregionen die folgenden Möglichkeiten ergeben:

1. In dieselbe einzige eng umgrenzte Zeit fällt der Ausbruch der gesamten Ophite und die Ablagerung ihrer Tuffite und ob wir in ihnen die Einheit der Baron F. Nopcsa'schen Merdita-Decke in Vertretung des Jura-Systems zu sehen haben?

2. Erfolgt diese Ophit-Eruptionen und die Tuffit-Ablagerungen nicht in verschiedenen geologischen Zeitabschnitten? Verschiedene Forscher verlegten aus Beobachtungen die Ophite von der paläozoischen Zeit an durch die Trias-, Jura- und Kreide-Perioden hindurch bis ins Eocän.

3. Sind die Ophit-Tuffite mit den benachbarten mesozoischen Ablagerungen in tektonischer Einheit oder sie bilden eine von weit her horizontal überschobene Decke?

4. Sind jene Kalkklippen, welche zwischen Priboj und Prijepolje, sowie in der fernen Umgebung des Powljen-Gebirges in der hornsteinführenden Schiefer-Tuffitbildung drinsitzen, von triadischem Alter, wie das F. KOSSMAT<sup>98)</sup> und ich glauben, oder sie sind nach Fr. KATZER und Anderen jurassisch?

<sup>98)</sup> FR. KOSSMAT l. c.



5. Ob die Klippen von der Triastafel abgerissene Flanken sind, die in den Tuffit synklynal eingebettet liegen, oder aber, wie KOSSMAT glaubt, daß es aus dem Liegenden des Tuffites durch den Tuffit hindurch sich heraushebende antiklinale Kämme sind.

Ich kann zu keiner dieser auseinander gehenden Erklärungen entscheidende Daten beitragen und muß mich damit begnügen meine Impressionen mitzuteilen, die ich bei Untersuchungen in anderen Gegenden erwarb.

Wo ich bisher auf dem Territorium Ungarns Ophitmassen sah und in der Litteratur von ihnen Kenntniss mir erwerben konnte, dort sind diese an metamorphosierte Gesteine von älteren äusserem Anschein, an phyllitische und chloritische Schiefer gebunden. Derartige Vorkommnisse sind in Borostyánkő (Komitat Vas), in der Enge des Pinkatales unterhalb Sámfalva, in der Zips, an der unteren Donau, ja auch im slawonischen oder peterwardeiner (Fruskagora) Gebirge. Auch die ostalpinen Serpentinmassen sitzen nach älteren und neueren Angaben des Jahrb. und der Verhandl. der geolog. R. Anst. als Einlagerungen zwischen den älteren kristallinen Schiefern. Hieraus lässt sich auf ihr größeres Alter schliessen.

In Serbien sah ich weder in den Triasschichten, noch zwischen den paläozoischen metamorphosierten Schiefern eruptive Ophite, auch die Tuffite lagern sich nicht zwischen die paläozoischen Schiefer.

Hingegen fand ich im Tuffit dünne Phyllit- und Glimmerschiefer-Fetzen an mehreren Stellen der weiteren Umgebung des Powljen-Gebirges und diese erklärte ich als mit dem Tuffit zusammengefaltet. Davon aber konnte ich keine Überzeugung verschaffen, ob sie als von unten sich heraufhebende Antiklinale, oder aber als von oben herabgedrückte Synklinale im hornsteinschieferigen Tuffit vorhanden sind.

An Ljubjen-Plateau oberhalb Užice fand ich zwischen grünem Schieferton und gelbem kreidigem Mergel auch spilitischen Augitdiabas zwischen dünnbankigem Kalk; am Megalodus führenden Triaskalk schied auch FR. KATZER gleichen Halbjaspis, Radiolarien führenden Tuffit auf seiner ostbosnischen Karte auf den obertriadischen Plateau's des Šemec und der Tesla planina aus. Diese Ophitflecke von kleiner Ausdehnung könnten jurassisch oder noch jünger sein.

In den vorausgegangenen Beschreibungen wies ich auf jene scharfen Grenzen hin, die die Ophitgebiete von den paläozoischen metamorphosierten Schiefern trennen. Die Grenze aber wird von beiden Seiten durch gewisse postvulkanische Erscheinungen, Hydroquarzite und kieselsaure Menilit-Ausscheidungen hervorrufoende thermale Wirkung, sowie von pisolitischen Kalkquellenkuppen begleitet. In den Ophiten lieben die Gabbro-Intrusionen die Nachbarschaft der paläozoischen metamorphen Schiefer, in den letzteren treten aber Amphibol- und Chloritschiefer mit Vorliebe auf.

Ein scharfer Gegensatz zeigt sich zwischen der eine lange Festlandsverwitterung verkündende gelben Färbung der paläozoischen Schiefer und der dunkelbraunroten, ja schwarzen Farbe der Ophite, noch größer ist der Unterschied zwischen dem klastischen Festlands- oder dem littoralen Typus der paläozoischen Ablagerungen und den auf Tiefsee-Ursprung mit Radiolarien verweisenden Tuffiten. Ein Übergang zwischen beiden existiert nicht.

Nur damit könnte ich die Entstehung der beiden Bildungen neben einander erklären, daß wir uns an den Gestaden des alten orientalischen Festlandes als Ablagerungsort der Tuffite so plötzliche Einrisse vorstellen, wie im jonischen Meer



und südlich der Insel Kreta, wo unmittelbar neben dem Ufer auch in der jüngsten geologischen Zeit auf 3000 m. Tiefe grabenförmige Grundabsenkungen erfolgten. Zum Problem der ganzen Ophitformation lieferte in neuerer Zeit G. STEINMANN klare aufklärende Ideen. In seinen von weitem Gesichtskreis zeigenden alpinen Studien<sup>94)</sup> wies er darauf hin, daß die ophiolitischen massigen Gesteine mit den mit Ihnen in engem Verband stehenden Radiolariten, Tiefseeton und Radiolitenkalk, oder mit dem zusammen, was KATZER<sup>95)</sup> und NOPCSA<sup>96)</sup> auf der Balkan-Halbinsel als Tuffit und Hornstein (Jaspis) führende Schiefer und flyschaltige Serpentin enthaltende Schiefer bezeichnen, Tiefseebildungen sind. STEINMANN und seine Gefährten W. SCHILLER, K. ZÖPRITZ und SEIDLITZ WILLFRIED untersuchten, die massigen Ophite und die Radiolarien führenden tuffitischen Schichten im Engadin und im Rhätikon versetzten diese nach dem Vergehen STEINMAN's in die rhätische Decke. Nach ihnen fehlen in der ost-alpinen Decke die eruptiven massigen Ophite.

Der Tiefsee-Radiolarit und der Kalk mit Aptychen aber, als Ablagerungen der letzten Jurazeit, sind in ihr mit der rhätischen Decke gemeinsam (pag. 22). STEINMANN hält die in der rhätischen Decke erscheinenden ophiolitischen Eruptivgesteine für jünger als jurassisch, ja auch als kretacisch, entschieden aber hält er sie für älter, als den oligocän Flysch (p. 27.); ihre Lage sieht er in den Aufbruchzonen. Ferner sind nach STEINMANN die mit den Tiefsee-Ablagerungen verbundenen eruptiven Ophite im Allgemeinen jünger als die ihn begleitende Tiefsee-Ablagerungen. (Pag. 35.)

Die massigen ophitischen Gesteine drangen in einem Tiefsee-Randzone der alpinen Geosynklinale ein. Zur Zeit der Injektionen oder darnach hoben sich die abyssischen Sedimente in kurzer Zeit um mindestens 5000 m. und dislocierten. Die intensive tertiäre Faltung brachte in ihnen auf 80—100 Km. umgelegte Falten zustande. (Pag. 39—40.)

H. HOEK hält den Serpentin in der centralen Plessur für jünger als cenoman.<sup>97)</sup>

E. SUESS findet die Grünsteine mit den Radiolarien führenden Schichten von Flyschtypus in der Achse der gefalteten Gebirge nirgends. Ihr Alter dehnt er vom Perm bis zum Tertiär aus. Auch aus der Basis der Kettengebirge kennt er sie nicht. Bezüglich ihrer Entstehung denkt er an die Barisphäre und hält sie für aus der krofessimischen Sphäre herkommend. (Antlitz der Erde. III. 2. pag. 644.)

G. GEYER<sup>98)</sup> beschrieb aus der Hauptgebirgskette der Karnischen Alpen sehr mächtigen ophitischen Diabas und porphyritische dunkelgrüne und bunte Tuffe von eruptiven Typus und Schiefer. Nach ihm sind diese aller Wahrscheinlichkeit nach den altpaläozoischen schwarzen Tonschiefern und der Grauwacke eingelagert.

Zu STEINMANN's Aufzählungen, mit denen er mit so grossen Scharfblick mit den Analogien in den Alpen, Apenninen, Kleinasien, Schottland etc. beleuchtete (l. c. p. 43—47), daß die Radiolariten und eruptiven Ophiolit als Tiefsee-Bildungen an die Geosynklinale vom verschiedenen Alter gebunden sind, kann einige Erfahrungen auch ich beitragen.

<sup>94)</sup> Geologische Beobachtungen in den Alpen. II. Die Schardt'sche Überfaltungstheorie und die geologische Bedeutung der Tiefseeabsätze und der ophiolitischen Massengesteine. Berichte d. naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg. I. Ber. Bd. XVI. (1906) pag. 18—49.

<sup>95)</sup> Geologischer Führer p. 19.

<sup>96)</sup> Zur Geologie v. Nordalbanien 134 (50). Zur Stratigraphie u. Tektonik d. Vilajets Skutari in Nordalbanien. 251 (23) Daten zur Geologie d. nordalbanischen Uferbergkette 337 (23).

<sup>97)</sup> Berichte d. nat.forsch. Gesellsch. zu Freiburg. Bd. 16. pag. 490.

<sup>98)</sup> Verhandl. d. K. K. Geol. R. Anst. 1899. p. 101.



In den westlichen hohen Berggegenden Kina's, oder diese besser charakterisiert, in den nordöstlichen, östlichen und südöstlichen Randgebirgen des Tibeter Hochlandes, in den Nansan- (Mittel-Kuen-lun), den Si csüen- und Jünnan-meridionalen Bergketten bis zu den Arrakan-Falten in Birma, ebenso auch in den das rote mesozoische Becken des Si csüen von Nordwesten her umgebenden Falten des Sziniberges fand ich in langen Zügen und beschrieb kurz die Ophite mit ihren Tuffiten zusammen, die daselbst in Gesellschaft von dem Karpathensandstein gleichenden Schiefern und Sandsteinen von Flyschfacies mit Kalkklippen vorkommen. Von Norden nach Süden reihte ich sie in das Kambrium, zwischen die Karbonschichten und in die Trias ein.<sup>99)</sup>

Ferner erkannte ich die Ophitformation in der Diabaszone des Hegyes-Drócsa-Gebirges und im siebenbürgischen Erzgebirge.<sup>100)</sup>

Neuerer Zeit aber wies ich in einer kurzen Mitteilung, in der ich die Geosynklinalen des siebenbürgischen Erzgebirges und der nordwestlichen Karpaten besprach, gleichfalls auf die in der Achse der Geosynklinale auftretende Ophite und deren Tuffite hin, indem ich in ihnen die tiefsten Ablagerungen der Geosynklinalen sah; in Siebenbürgen vermutete ich als Zeit ihrer Entstehung jene vor dem Malm, in den Karpaten die Zeit nach dem Perm bis zur Trias.<sup>101)</sup>

Ich halte es hier zweifellos, daß die Ophite und Tuffite die homotaxialen (dergleichwertigen) Bildungen der verschiedenalterigen Geosynklinalen sind. Ich glaube, daß auch die montenegrinischen, westserbischen, bosnischen und kroatischen Serpentine und Tuffite nach dem Alter der Faltungsregionen in verschiedene Zeiten einzureihen sind, welche Faltungsregionen in der Gegend längs der Drina von der der Trias vorausgegangenen Geosynklinale bis zur Majevisa planina bis zur Miocän-Zeit sich wiederholten.

Hiemit läßt sich das weite Auseinandergehen der Ansichten erklären, welches die Ophitformation zwischen das Paläozoikum und Mesozoikum stellt.

Leider, haben paläontologische Funde bisher zu keiner Altersbestimmung irgend einer Ophitregion eine entscheidende Gewissheit geliefert. Die spärlichen Aptychen- und Belemniten-Reste, mit denen man die Tuffite als jurassisch oder kretacisch bestimmte, sind sehr schwache Beweise, denn die Funde können ebenso zu späteren von oben her hineingefalteten Schichten gehören in von unten hinaufgefalteten oder von oben eingefalteten Gliedern. Als bei derlei Bildungen von Flyschtypus ist die Altersbestimmung der Tuffite sehr unsicher und eine schwere Aufgabe und damit sind unter einem auch die eruptiven Ophite die am schwersten zu lösenden Probleme der Faltungsgebirge.

In vollem Maße läßt sich all' dieses von den westserbischen großen Ophitregionen sagen. Ich halte diese nach G. STEINMANN's Auffassung für von abyssischer Entstehung und versetze sie in mit den 5000 m. tiefen Abrissen des Mittelmeeres der jüngsten geologischen Zeiten verwandte, große Grabenversenkungen, die indessen in dem autochtonen paläozoisch-triadinischen Gebirge entstanden, nicht aber in Liegendfalten aus großen Entfernungen dorthin gelangten.

Die Geosynklinalen dieser Grabenversenkungen sind gleichzeitig auch die Orte des Auftretens der Ophit-Tuffit-Formation. Ihr Alter können wir also von der oberen

<sup>99)</sup> Graf BÉLA SZÉCHENYI: Ergebnisse d. ostasiatischen wiss. Reise (1877—1880). I. Bd. Lóczy: Geolog. Beobacht. u. Result. 520 (217), 645 (337), 155 (347), 682 (374).

<sup>100)</sup> Földtani Közlöny 1876. 5. Jg.

<sup>101)</sup> Földtani Közlöny 1918. 58. Jg. pag. 231 und 233.



Trias her datieren, wie das auch Mehrere taten, sicherlich aber können wir das Zustandekommen der Radiolaritischen Tuffite zwischen den dünnen Ablagerungen der Tiefsee-Geosynklinalen bis zur unteren Kreide ausdehnen, wie das die Meisten behaupten. Auf jeden Fall aber hoben sich die Ablagerungen der Grabenabsenkungen zu Beginn der Kreideperiode mit den Geosynklinalen zusammen heraus und bei dieser Gelegenheit erfolgte ihre starke Zusammenfaltung. Auf die um entstandene jurassische und unterkretacische Regressions-Oberfläche schoben sich die abgerissenen Schollen der Triastafeln darauf, die Oberkreide aber vom Cenoman an transgredierte.

Die scharfe Grenze der Ophitgesteine der Geosynklinalen vollzog sich längs der vertikalen Wände der Abrisse, ich schreibe sie der kretacischen verhältnismäßig raschen Erhebung zu und sehe diese Annahme durch namentlich an der Grenze häufige Gabbro-Intrusionen, durch Feuerstein, Jaspis- und Kalcedon Ausscheidungen gerechtfertigt, welche an der Grenze am häufigsten anzutreffen sind.

Die Amphibolite, die ich im Phyllit nächst der steilen Grenzwände sah, lassen sich ebenfalls pneumatolitischen Vorgängen zuschreiben. In den vorwaltend politischen und schieferigen Tuffiten sah ich Konglomerate nicht, breccienartige Parteen treten aber an der Grenze der paläozoischen Schieferbildung auf und wo der Triaskalk mit den Werfener Schichten zusammen sich daraufschob, wo sie aus den Schiefen und Kalken als Reibungsbreccie fungieren (Bicske, Kulafalu auf dem Stapari-Plateau).

Von STEINMANN's Auffassung weicht meine Ansicht bezüglich des Entstehungsortes des Ophites und der Tuffitbildung als abysischen Meeresbodens nur insoweit ab, daß statt seiner Deckentheorie ich auch den Ophit-Tuffit als in autochtoner Lage befindlich sah, ferner ist meine Ansicht eine andere das betreffend, daß der vereinte passiv zusammengefaltete Ophit unter den Tuffitschichten als vulkanischer Boden der Radiolarien führenden Tiefsee figurierte, während STEINMANN den Tuffit-Radiolarit als älter bezeichnet, in den die Ophiteruptionen während und nach dem passiven Eindringen injectiv hineingelangten.

### c) Die Rolle des Kreidesystems in der Paläogeographie von Serbien.

In der Paläogeographie Serbiens nehmen in Westserbien die Kreideablagerungen das größte Gebiet ein. Ihre Erstreckung stellten J. M. ŽUJOVIČ und seine Arbeitsgenossen noch größer dar, denn sie hielten die paläozoischen Tonschiefer und auch die in diese einbegriffenen karbon-permischen Kalke an vielen Orten für Unterkreide.

Überhaupt können wir, wie ich oben auseinandersetzte, die Kreide durch die Linie Kolubara, Ljig, Gornij-Milanovac in zwei Gebiete getrennt gruppieren.

Am östlichen Gebiete herrscht der mit dem Mergel und Sandstein von Flysch-facies der Unterkreide endende Komplex. Die um Belgrad herum auftretenden schwarzen, Requinien führenden Kalksteinschichten bezeichnen den unteren Urgaptien Horizont, in ihrem oberen Teil reichen sie durch die Albien-Cenomanen Mergelschiefer und Sandsteine und die Ammoniten *Desmoceras* und *Acanthoceras* enthaltenden mergeligen Kalkschichten hindurch bis zum Rudisten führenden Senon hinauf, ja sie enthalten auch Spuren der Gosaufacies (Topčider).

Zwischen der unteren und oberen Kreide vermeinten wir Diskordanz und Transgression in Topčider-Thal erkennen zu können.

Auf dem Gebiete westlich von Kolubara, Ljig und Gornij-Milanovac finden



wir die obere Kreide vom Cenoman aufwärts bis zum Senon im Allgemeinen gleichfalls in horizontaler Lagerung, als transgradierende Decke auf der Trias, am paläozoischen Tonschiefer, zumeist aber am Ophit und Tuffit.

Am aufgerichteten und gefalteten Ophit-Tuffit liegt die Kreide auf dunklem, Bohnerz führendem, braunen, ja schwarzen Boden. Die mittelgroßen Gerölle des lange Zeit trocken gestandenen lokalen Verwitterungsproduktes mit dem Untergrund-Konglomerat diente den ersten marinen Kreidesedimenten als Material. Glauconien, Nerineen, kleine und große Austern (*Gryphaeen*) und Anomien finden sich in den dunkeln, tuffigen, roten manganhaltigen Liegendschichten.

Weiter oben folgen alsbald licht gefärbte graue und gelbe Mergel, weiße dichte Kalke und mit Hippuriten erfüllte Kalke zum Teil. Rudisten führende Breccien schließen die Reihenfolge der Schichten ab. Unausgesetzte marine Ablagerung charakterisiert die Gesamtheit des Kreidekalkes der westlichen Region, Festlands-Ablagerungen lassen sich nur zuunterst in den Kohlenspiuren der Gegend von Gornji-Žarožje vermuten.

Das Studium der Fossilien von Seiten LUDWIG V. LÓCZY'S JUN. erwies die westserbische obere Kreide als mit den Facies der sicilischen und lombardischen Oberkreide (Schio St. Croce) verwandt.

Die obere Kreide in der Gegend von Višegrad, Hvač, Vardište, Mokra gora und Žaovine hob sich nach ihrer allgemeinen Meeres-transgression zur Paläogenzeit hoch hinauf und gelangte auf das ursprünglich in der heutigen Höhe von 1000 m. ü. M. gelegene Plateau, welches in den tief eingeschnittenen Tälern der Drina und Bijeli-Ržav aus dem Untergrund der Ophite besteht.

Im Norden sind die auf den Ophit transgredierenden Schichten der Oberkreide amphitheatralisch von den aus den obertriadischen Diploporenkalken bestehenden höheren Felsenwänden. Šemec, Tesla planina, Tara planina, Štolac, Janjač, Gostije und Gavran umgeben, Abgesehen von den mit der pleistocänen oder vielleicht schon pliocänen Talvertiefung Hand in Hand gehenden Senkungen, welche die Oberkreide-Tafel von ihren Rändern trennten und in kleineren und größeren Schollen (Rogopek, Gradina, Liesko) gegen die Drina hin ihre Flecken tiefer hinab brachten, erreichte die hiesige Oberkreide auch eine tektonische Störung.

Längs des Bijeli Ržav um das Dorf Žaovine herum sind die mergeligen Kalkbänke und Rudistenkalk der Oberkreide in eine scharfe NNW—SSO-liche Synklinale zusammengepresst.

Diese Richtung wird bei der Vereinigung des Bijeli Ržav und des Crni Ržav zwischen Vardište und Mokra gora von einer anderen von WSW nach ONO gerichteten Synklinale in der Kreide gekreuzt. Gegen Uvač hin aber ist am Bijeli Ržav-Sattel in isoklinaler Lage ein NNW—SSO-licher schmaler Kreidezug zwischen den Ophit eingeschlossen; es ist dieß beiläufig die südliche Fortsetzung der Synklinale der Gegend von Žaovine. Da am Bijeli Ržav und oberhalb Vardište auch tertiäre Schichten an der Dislokation der Kreide aus ihrer ursprünglichen Lage teilnehmen, müssen wir die tektonischen Bewegungen der letzteren in das Jungtertiär verlegen.

Auf einem hochgelegenen tafeligen Plateau war die Oberkreide, auf paläozoischen metamorphosierten Schiefen auch auf den Wassergebiet des Moravica-Baches zwischen Guča Ivanjica und von hier nach Nordwesten gegen das Djetinjatal, dann jenseits diesem gegen die Kolubara Ljig-Wasserscheide hin und längs des Skrapežtals bis Košjerici. In tafeligen, aber zerbrochenen Streifen sind die Reste des Plateaus auch jetzt noch vorhanden. Meistens aber ist auf diesem Gebiete die obere Kreide



zusammengefaltet, die Richtungen der Faltung aber sind im dinarischen NW—SO-lichen Streichen gegeben.

Die Crinoiden, Cidarisstacheln führenden roten Kalkbänke, die etwas älter als Oberkreide sind und die ich auf den Povljenspitzen östlich von Košjerici auf den im Šubjel Monadnok kulminierenden Höhe antraf, bilden dem Ophit eingefaltete, oder mit diesem zusammen höher sich erhebende, isolierte Flecken. Diese konnten früher von der Dislokation erreicht worden, als die spätere obere Kreide, ja diese ging vielleicht den cenoman-senonen Kreideablagerungen voraus, und zwar in solchem geographischen Zustande, der mit Festlands-Denudation die Crinoiden führende tiefere Kreide angreifend, nur in monadnokartigen Spitzen ihre kleineren Flecken als Wahrzeichen zurückließ.

Hier können wir also zwischen dem roten Crinoidenkalk (Albien) und dem oberen gelben Mergel und Rudistenkalk (Cenoman-Senon) Diskordanz und Festlands-Abtragung annehmen, was eine zweimalige Meerestransgression und dazwischen eine energische Meeresregression in der Kreideperiode erfordert.

Die ostserbischen Kreideablagerungen sind viel besser gegliedert als die westserbischen. Von den breccienartigen, Requienien führenden Kalkbänken der unteren Kreide, dem Neokom aufwärts bis zur obersten Kreide, sind die Niveau's der Kreidestufen abwechslungsreich. Kohlenspurten in der Gegend von Belgrad, flyschähnliche Mergel, Sandsteine und grobe Konglomerate zwischen Mionica und Gornij-Milanovac, sowie im Rudnik-Gebirge sprechen dafür, daß die Wechsellagerung der Festlands- und marinen Ablagerungen in der Kreide im Osten häufiger sind, wie in Westserbien, weil die eustatischen Bewegungen hier mit öfteren Transgressionen und Regressionen, wie in der Gegend der Drina und der westlichen Morava verknüpft waren.

Die Basis der ostserbischen Kreideregion ist nicht mehr der Trias, sondern entweder die Zone der metamorphisierten Schiefer in den Verzweigungen des Rhodope-Massivs oder aber die zur Balkan-Bergkette gehörigen paläozoischen und jurassischen Bildungen; mit Unsicherheit würde ich diesen die Ophite anschließen.

In den Tiefen des Alföld (ungarischen Tieflandes) verliert sich die ostserbische Kreide, ihre Spuren wären im Krassószörényer-Gebirge, im Biharer Királyerdő, im Bakony, in den Orbitulinen und Requienien führenden Kalken des Pécs (Fünfkirchner) und Villány-Gebirges als Analogien oder Fortsetzungen der Belgrader und Ljigtaler unteren Kreide zu suchen. Auf all' diese folgen die Ablagerungen von Gosau-Facies mit ihrer Diskordanz und mit Festlands-Kohlenflöze liefernden Regressionen.

#### d) *Paläogeographie des Tertiärs.*

Die tertiären Ablagerungen in Serbien findet man in zweifacher Anordnung. Die Sedimente hoch gelegener Festlandes-Binnensee und Sümpfe und die in den Alfölder Buchten des ungarischen Beckens entstandenen und tief gebliebenen Schichten erkannten wir in ihnen. Der Alföldrand des ungarischen Beckens erhebt sich in 100—150 und 200—250 m. relativer Höhe mit stufenförmigen Rumpfflächen auf die in 800—1000 m. absoluter Höhe sich erstreckenden weit ausgedehnten praetertiären Peneplane Westserbiens, welche zur Pleistocänzeit die vertiefende und rückschreitende Erosion der Flüsse aus der allgemeine Rumpffläche des Balkans zu Stücken zerschnitt. W. Davis's charakteristischer Satz „Uplifted peneplain dissected by rivers“ paßt auf die Höhen Westserbiens. Bei der Untersuchung der Paläogeographie des Tertiärs hat man die Situation der tief gelegenen, gut horizontier-



baren und der hochliegenden, zwischen dem Oligocän und Pliocän in nicht tiefer teilbaren Horizonten befindlichen tertiären Ablagerungen zu erwägen.

Im Umfang des ungarischen Neogenbeckens konnten wir von den in horizontaler Lage verbliebenen mediterranen, sarmatischen und pannonisch-pontischen Schichten feststellen, daß die Uferlinien der mediterran marinen Ablagerungen in cca 400 m., jene der sarmatischen Brackwasser-marinen Schichten in 200 m. Seeshöhe sich befindet, während die Uferablagerungen des pannonisch-pontischen Binnensees wieder höher in 300 m. anzutreffen sind. In der Grazer Bucht und in den siebenbürgischen Becken änderten tektonische Bewegungen dieses Höhenverhältniß zwischen den mediterran-sarmatischen und pannonisch-pontischen Schichten. Zwischen diese Wasserablagerungen schieben sich Schotter-Konglomerat und Sandstein-Sedimente ein, die den Zustand der dazwischen erfolgten Regressionen beweisen.

Bekanntlich drang das pliocäne mediterrane Meer in das Becken des Alföld nicht mehr ein und die geographische Umgebung des pannonisch-pontischen grossen Süßwasser-Binnensees können wir als mit dem gegenwärtigen Zustand des Aral-Sees gleich bezeichnen. Schwache Schwankungen des Wassergebietes von nicht grosser Tiefe und die übermässige Vergrösserung und Verkleinerung des Gebietes der benachbarten Uferebenen den trockeneren und feuchteren Klima-änderungen zufolge charakterisieren das, die mediterranen und sarmatischen Uferhöhen brachten jedenfalls die Stufenabsätze ihrer Rumpfflächen mit abschnittswisen Absenkungen zustande und versahen die vom Alföld sich erhebenden serbischen Vorberge mit Abrasionsabzeichen. Die Transgression des pannonisch-pontischen Binnensees konnte an diesen nicht ohne Wirkung bleiben.

Obwohl ich das  $\pm$  Wasserniveau des grossen pontischen, Congerien führenden Sees von jenem der einstigen Meere für nicht sehr abweichend halte, dehne ich das Niveau des allgemeinen Weltmeeres unbedingt doch nur auf die Grobkalk-Ablagerungen der mediterranen und sarmatischen Stufe aus. Das Niveau des allgemeinen Weltmeeres kann ich von jenem des Gegenwärtigen für wesentlich verschieden nicht halten.

Wie E. SUESS<sup>102)</sup> die Frage der eustatischen Meeresniveau-Schwankungen behandelte, mit denen der namentlich für seine Hypothese bekräftigte, daß die mit der Theorie der Zusammenschrumpfung der Erdkugel in Zusammenhang stehende kontinentale Erhebungen nicht existieren, sondern nur die Meeresboden gebende grosse Einsenkungen und nur die Höhenänderungen des Meeresniveaus, die Niveauunterschiede der Uferlinien der jüngeren horizontal verbliebener Ablagerungen verursachten. Die nicht horizontalen Streifen der in grosse Höhe gelangten jüngeren Meeresablagerungen schreibt er den mit Faltung verbundenen Erhebungen zu, die in Kettengebirgen von den tangentialen Kräften her vorgebracht werden.

Die mit eloquenter Beredsamkeit begleitete Hypothesen D. SUES's fand nicht lange Nachfolger; die vertikale  $\pm$  zeitweise Bewegung der Kontinente als quasi Pulsierung der ganzen Erdrunde ließen auf Grund des alten L. v. BUCH'schen Gedankenganges die Erfahrungen wieder zur Geltung gelangen. Hiemit können wir die neogenen Abrasionsstufen des Nordrandes des westserbischen Gebirges, sowie die älteren Rumpfflächen der in seiner inneren vorhandenen älteren geologischen Ablagerungen, wie Eocän, Oberkreide, ja Jura mit einer einfachen Erklärung lösen und

<sup>102)</sup> Antlitz der Erde. II. pag. 680. E. HAUG wendet die eustatischen Bewegungen hievon abweichend an. I. c. pag. 709.



sie als mit der Ausgestaltung des Umkreises des großen ungarischen Alfölder Beckens gemeinschaftlich erklären.

Mit welchen eustatischen Bewegungen die höher liegenden (400—600 m.), Congerien und Viviparen führenden Schichten der macedonischen Becken von Ipek und Mitrovica mit den gleichalterigen Schichten der Egäischen Meeres in Verbindung sind, darüber kann ich mich in Ermangelung der näheren regionalen Kenntnisse meinerseits nicht äussern.

Wir können nicht daran zweifeln, daß die physikalischen geographischen Zustände zur Zeit der Ablagerung der Neogensichten der Savegegend mit denen des ungarischen Alföldes identisch waren.

Die hochgelegenen jüngeren tertiären Ablagerungen, die in den verschiedenen Höhenniveau's mit Rumpfflächen versehenen Peneples sich ausbreiten, wurden mit ihren Basisen zusammen durch die Talaushöhlung aufgeschlossen und in Teile zerlegt. Diese sind ohne Ausnahme als Binnense-Sedimente zu beurteilen. Es sind diese kreideartige, kalktuffähnliche, selten Süßwasser-, häufiger Feuerstein, Menilit-artige, an Halbjaspis reiche Ablagerungen. Die Binnensee-Ablagerungen sind also mehr als aus juvenilen Quellenprodukte herstammend, wie als an der Oberfläche entstanden charakterisierte lokale Schotterdepositen und aus dem Verwitterungsprodukt der Oberfläche dazwischen gelagertes klastisches Material sind neben den Geysiriten und pisolitischen Süßwasserkalk-Kuppen, welche Ablagerungen noch lebende Landschnecken enthalten, untergeordnet.

Auf umständlichere Beleuchtung wartet die Frage, in welchem Verhältniß die westserbischen höher gelegenen tertiären Festland-Becken mit den südlichen Binnensee-Ablagerungen der Balkan-Halbinsel, Kleinasien, ja ganz Südeuropas (südliche Kalkalpen, Dinariden, Griechenland, der Appenin und die iberische Halbinsel) stehen. Weit nach Osten über Persien zu den hochgelegenen abflußlosen Seen Tibets und zu den im etwas tieferen (2000 m.) Niveau gelegenen Seen Jünnans würde uns das allgemeinere Aufsuchen und Studium dieser Seeablagerungen führen.

Jene Reminiszenzen lebten in meiner Erinnerung auf, als ich zwischen den höher liegenden Binnensee-Resten Westserbiens mich bewegt, welche ich vor 49 Jahren in den westlichen Teilen Kina's und den Kukunor-See herum und zwischen den Hango-Gobi-Koite-Schichten der Gegend des oberen Hoangho in mich aufnahm. Zu diesen kann ich die längs der unteren Donau aus dem Krassó-Szörényer Gebirge bekannten abgeschlossenen, Kohlenflötze bergenden mediterranen Schichten, die Kohlenmulde von Ženica in Bosnien, die Karstpolyen, die kleinen Lignitflecken neben der Oberen Kulpa dazunehmen, welche letztere noch mit dem ungarischen und kroatischen Neogenbecken in Zusammenhang sich bringen lassen. Auch die hochgelegene Süßwasserkalke des Bakony und des Budapester Gebirges sind mit den serbischen verwandt.

Beachtung verdient und ein Nachgehen erfordert es, warum diese Binnensee-Sedimente auf die Rumpfflächen der marinen sich verzweigenden Geosynklinal-Region der Thethis sich gruppieren. Diesen vorhergehend entstanden weit ausge-dehnte kontinentale Dislokationen, Erhebungen und von terrestrischer Ausgleichung dieser begleitete Rumpfflächen. Eine lang andauernde Festlandperiode mag diesen Zustand begleitet haben, der seit der Transgression der Oberkreide und nach der hierauf folgenden großen Erhöhung herrschte. Der Mangel an Spuren einer Talver-tiefung, die kreideartigen tuffigen Ablagerungen von klastischer Entstehung verwei-sen auf das Herrschen eines trockenen Klimas zur Zeit der Bildung der Binnensee-



Ablagerungen. Die Pflanzenreste sind nach den Bestimmungen Professor JOHANN TUZSON's Oligocän, während die tierischen Schnecken- und Ostracodon-Reste pliocänen und pleistocänen Charakter aufweisen. Nach TUZSON fand ich:

*Pinus holothana* UNG. (Kremna),  
*Cinnamomum subrotundatum* AL. BR. (Bjelo brdo),  
*C. polymorphum* AL. BR. (Bjelo brdo),  
*C. lanceolatum* UNG. (Bjelo brdo).  
*C. Scheuchzeri* HAER (Bjelo brdo),  
*Grevillea Haeringiana* ETT. (Bjelo brdo),  
*Junus reclatus* HEER (Sušecčka),  
*Caesalpinia europaea* UNG. (Kremna),  
*Acacia* sp. (Bjelo brdo).  
*Poacites aequalis* ETT. (Kremna).

Ob zur jung neogenen Zeit Serbien nicht zum Floragebiete der südlicheren Gegenden gehörte, als die oligocäne Flora die wesentlichen Aenderungen der zoologischen Provinzen überlebte. Ich denke mir das in ungefähr solchem Sinne, wie VINCENZ BORBÁS, der auf den um den Balaton herum vom mediterranen Meer gebildeten Bakonyer Rumpfflächen die Elemente der südlichen oder mediterranen Floragegend erkannte. (Siehe die Resultate des wissenschaftlichen Studiums des Balaton II. Bd. 2. Teil, II. Ansatz pag. 228—230.)

All' dies erfordert noch weitere Studien und Untersuchungen.

#### e) Pleistocäne und holocäne Zustände.

Abweichend von den ansehnlich ausgedehnten Schotterablagerungen des Banats, am Fuße der Karpathen, der oberen (nördlichen) Gegend, sowie der ostalpinen und der Mittelgebirge jenseits der Donau, die sich vom Miocän an durch die Pleistocänzeit hindurch bis zur Jetztzeit in stratigrafische Horizonte einteilen lassen, kann man von den westbalkanischen, namentlich aber von den serbischen Erhebungen, Schotterablagerungen nur vereinzelt und in geringer Mächtigkeit registrieren.

Vom Belvédère Schotter, dem man am Ostfuße der Alpen und auf dem kleinen ungarischen Alföld früher Schotter von mehrfachen Ursprung zurechnete, ist am Balkan-Abhang keine Spur zu finden.

Auch um Belgrad herum auf der Save-Niederung sah ich ihn nicht, ebenso wenig an den Gehängen der Terrasse, die sich um die Stadt herum zieht. Diese schreiben wir freilich nicht der Erosion des Flusses, sondern der Meeresabrasion zu.

An der Mündung des Kolubara ist gleichfalls keine Schotterterrasse, ja bis Valjevo fand ich in den Terrassen keinen Schotter.

Die erste Schotterterrasse sah ich in Ložnica, an der Krupanjaer Landstrasse unter pliocänem Bohnerzton liegend. Dieser gehört zur alten Talsohle der Drina und ist ein Deltaüberrest der Drina, auch in dem gegenwärtigen Flußbett gestaltet der Fluß sein wechselndes Bett mit großem Schotter. Im Drinatal bis Višegrad findet man den Schotter an den Bergnasen verbliebenen Terrassenrudimenten. Es sind dies die Beweise der rasch vor sich gehenden Talvertiefung und der rückwärts wirkenden Erosion, sowie der unter der verborgenen unterirdischen Wasserläufe.

An der westlichen Morava und ihren großen Nebenbächen, auch an der Moravica sind dünne Schotterterrassen ober dem in den Felsen eingeschnittenen



Bette; die unterste dieser betrachte ich als alluviale Hochwasser-Talebene der in dem Felsenbette der Drina und der Moravica dahineilende Flüsse.

Diese sind weder sehr mächtig, noch bestehen sie aus sehr groben Geröllen. Diese Mängel der Schotterlage könnte man auf Grund der bestehenden geologischen Disciplinen einem trockenen Klima zuschreiben den Schottern der pluvialen Perioden in den Alpen und Karpathen gegenüber. Aus anderem Gesichtspunkte gibt dies einen Anstoß, denn am Fuße der serbischen Berge und auf den Hügeln findet sich weder Flugsand, noch Löß in ausgiebiger Mächtigkeit. Die breiten Talebenen ja um Belgrad herum auch die langen und breiten Bachtäler nimmt lössartiger Ton ein, allein dieser ist mit dem Hügellöß zusammen nirgends mächtig.

Hoch zieht sich der Löß weder an den gegen der Save, noch an den gegen die Morava gerichteten Gehängen hinauf. Zumeist ist lokales alluviales Verwitterungsprodukt, oder sind die Gesteine des Untergrundes als fruchtbarer bebauter Boden an der Oberfläche.

Die starken Talfurchen der höheren Gebirge mit den schwer gangbaren, in den Stein sich einsenkenden Talbecken weisen auf eine starke und seit langem andauernde Denudation. Die aus phyllitischen, paläozoischen Schiefern bestehenden Mittelgebirge Serbiens ahmen das morphologische äussere Aussehen der mitteleuropäischen Alpen und jener längs der Mur nach. All' dieses charakterisiert im jetzigen Klima die serbische Region im Vergleich mit jener jenseits der Donau und am Fusse der Karpathen meiner Auffassung nach verhältnissmäßig stärker. In den Bergen Serbiens konnte ich nicht die geringste Spur der Glacialzeit erkennen und ich denke, daß man in den ärmlichen pleistocänen Ablagerungen nur mit grosser und mühevoller Kunst solche aufzählen könnte.

Karsterscheinungen sind auf den aus obertriadischem und oberkretacischem Kalk bestehenden Plateau's reichlich vorhanden. Die Triaskalk-Tafeln der Tara-planina, Ponikve, Stapari, am Ljubjen-Plateau und auf den von Valjevo südlich gelegenen Lelic, Leskovica, Bacevačka sind mit Dolinen reichlich versehen.

Auf dem oberkretacischen weissen Kalk, auf dem letzteren Triaskalk-Plateau nach Osten hin sich anschliessenden Tušoberg (499 m.), am Ježdinač-Plateau (473 m.) an der Strasse zwischen Mionica und Brežgje und noch weiter östlich auf den Suvobor-Mokra-pečina (804 m.) Höhen sah ich Karstbildungen. An allen diesen Orten ist ein mit Ton, Terrarossa und mit schwarzem tonigem Boden bedecktes, mit Dolinen besätes Territorium vorhanden; Ackerfeld, saftige Wiesen, ja hie und da auf der Tara-planina verdeckt Urwald den Karstfelsen. Der serbische Karst unterscheidet sich also vom kroatischen und Triester Karst sehr; mit seiner Tondecke und seinen abgeglätteten Formen können wir ihn nach der Nomenklatur der neueren Morphologie mit der Bezeichnung der Greisenhaftigkeit versehen. Ich muß darauf verweisen, daß die Dolinen-Trichter-Bildung, ja nach Cvijić die oberflächliche Karstgestaltung auf dem mit dicker Tondecke bedeckten Kalk auch jetzt nicht aufhört.

Trotz alledem müssen wir die serbische Verkarstung mit ihrer Tondecke, ihren weiten Poljeen und ihren oberen, nicht sehr viel nacktes Felsenterrain aufweisenden Plateaus für älteren Datums erklären und den Beginn der Verkarstung mindestens in die Pleistocän- oder bis zur Pliocänzeit zurückverlegen.

So steht die Sache auch mit dem von der Oberfläche verschwindenden Wässern und auch mit dem unterirdischen hydrografischen Netz, welches einstens unter den Kalkplateaus die Niederschläge von den O. Montenegro—Novipazarer-Plateaus in der Richtung der Flüsse Lim, Drina, Veliki Ržav, Moravica ableitete.



Meiner Meinung nach vertieften sich alle diese Flüsse mit ihren Cañontälern und Klissuren nicht von oben herab durch die Triaskalk-Tafeln hindurch bis zu den paläozoischen Schiefern, sondern unterirdische Höhlenkanäle mit ihren eingebrochenen Decken eröffneten ihnen den Weg durch die lange Zeit der vertiefenden und rückwärts arbeitenden Erosion. Auch dies spricht für das hohe Alter der serbischen Verkarstung und verkündet die Herrschaft der pluvialen Perioden.

Von den physikalischen Zuständen, die von dem tertiären Vulkanismus geschaffen wurden, kann ich kaum sprechen. Was ich bei der Aufzählung der Bildungen in vulkanologischer Hinsicht sagte, erschöpft diesen Gegenstand. Die aus der einen Tiefen-Magmasphäre emporstrebenden Eruptivmassen, wie Granit, Granodiorit, porphyritischer Granit, Banatit, Dacit, Rhyolit und biotitische Amphibolandesite, die nach den Untersuchungen J. M. Žujović's an Abänderungen in Serbien sehr reich sind, durchbrechen tertiäre Schichten nirgends, die Zeit ihres Vulkanismus ist also bis zur Zeit nach der Oberkreide ungewiß.

Unter diesen geben die granitischen Lakkolite und Dyke und deren Monadnoke an vielen Orten als Resultat der Denudation in die Augen fallende äussere orographische Formen am paläozoischen, Trias- und Kreideterrain überhaupt.

Die Spuren des effusiven Festlands-Vulkanismus sieht man im Rudnik-Gebirge. Hier sieht man graue und weisse Andesittufe, Breccien und Aschenfälle, sowie kühn sich emporspitzende, aus Rhyolit oder Biotit, Amphibol (Quarz)-Andesit (Dacit) bestehende Pyramiden, deren Agglomerat rasch abgekühlte Lava in 600 m. Seehöhe auf oberkretacischem Terrain sitzt und dazwischen liegende Festlandstuff mit eckigen Andesitblöcken verdeckt.

Die Bergspitzen von Rudnik sind die Vorboten der jenseits der Morava gelegenen, schon zur morphologischen Region der Balkan-Bergkette gehörigen Gebirge mit ihren Andesit-Pyramiden. (Deli Jovan.)

Die posthumen oder postvulkanischen Erscheinungen äussern sich im Emporquellen von Thermen und Mineralwässern, welche Wässer in Serbien häufig genug sind, die aber mehr an tektonische Linien, Verwerfungsspalten, als an die Schloten der vulkanischen Nester gebunden erscheinen.

#### f) Tektonische Übersicht.

Ganz Westserbien bis zur Gegend von Belgrad, Avala, Kosmaj, Arangjelovac, Rudnik beherrscht die dinarische NW—SO-liche Streichrichtung in der Richtung seiner Gebirgsketten und der zonalen Struktur des Inneren dieser Gebirge.

Von den ältesten Bildungen, den paläozoischen phyllitischen Tonschiefern, die wir bis zur Grauwacken-Zone der östlichen Centralalpen ausdehnen können, bis zu den tertiären Binnensee Sedimenten, konnte ich die in die dinarische Richtung fallenden permokarbonischen nachtriadischen, nachmittelkretacischen und posthume neogenen Faltung und Verwerfungsdislokationen in den guten Aufschlüssen der höheren Berggegenden verfolgen.

Das orientalische Festland, das vom Rhodope-Rila-Gebirge ausgehend, in breitem Zuge durch Serbien nach Bosnien hinüberstreicht, reicht mit seinem nördlichen Zweig bis zur Gegend von Vlašnica; seine südliche grössere Masse lässt sich von Plevlje aus gegen Goražda und Foča hin unter der Triastafel der Romanja und Bjelašnica zusammenhängend bis zu den Auftauchungen in der Gegend von Jajce,



Varcar, Vakuf, Kluč, gegen Novin und Vrnogvač verfolgen, wo sie sich verschmälernd, nach Kroatien übertritt.

Am paläozoischen Grundgebirge und mit ihm in übereinstimmenden Streichrichtungen die Trias- und Kreidedecken, die im Nordwesten auf dem Wassergebiete der Glin- und Korana-Flüsse dem paläozoischen Grundgebirge ein Ende setzen, erstrecken sich in grosser Breite bis zur Quarneromeeresgegend.

Die auf anderwärtigen Permokarbon-Schichten des kroatischen Karstes ruhenden Trias-Jura und Kreide-Ablagerungen, sowie auch der auf den adriatischen Karststufen mit der Oberkreide verschmolzene Nummulitenkalk dringt in Buchten in das bosnische und serbische paläozoische Grundgebirge ein, immer treu die dinarische Streichrichtung einhaltend. In diesen, aus dem kroatischen Karst durch Bosnien bis Serbien reichenden mesozoischen Buchten überlässt die petrografische und faunistische Facies, die die kroatischen Falten am Adriagestade (Trias- und Kreideschichten) charakterisiert, der serbischen Facies die Rolle auf die Art, daß mit der Norcsa'schen Durmitor-Decke die vom Paläozoikum bis zur Trias sich erstreckende Schichtenkontinuität endet und die der lombardischen Kreidefacies gleichende Oberkreide-Facies diskordant, wie die grosse allgemeine Cenomankreide-Transgression, der Trias und dem Ophit auflagert.

Den Jura vertritt die Ophit- und Tuffit-Formation mit sehr ungewissen und reduzierten Gliedern. Die Zusammenfaltung dieser Bildung mag zu Beginn oder in der Mitte der Kreideperiode erfolgt sein.

Der kroatische Karst zwischen Karlovac und Fiume besteht im Allgemeinen aus einem symmetrischen sanften Gewölbe der stark differenzierten Kalk- und Dolomit Facies der Trias-, Jura- und Kreideschichten, die auf dem nicht metamorphisierten permokarbonischen Sandstein der Kulpagedend liegen; an den stärkeren, durch Längsbrüche entstandene schuppige Struktur des südlichen Flügels dieses Gewölbes nehmen auch die Eocänschichten noch teil, ja sie finden sich auch in seinem Inneren im Krbava polje.

In der nächsten Nähe dieses hier am breitesten dinarischen Karstes in Bosnien treten die in Serbien herrschenden mesozoischen Facies auf und durchlaufen jene in der dinarischen Richtung gelegenen Gebiete, welche mit dem Ophit zusammen die in den eingesunkenen Partien des paläozoischen Grundgebirges entstandenen sich verzweigenden Geosynklinalen einnehmen.

Die in der dinarischen Facies ausgefalteten Uferketten in Dalmatien drängen sich in immer schmalere und schmalere Zonen zusammen und immer mehr gestört ziehen sie von Cattaro durch Montenegro bis Skutari, wo sie gegen Alessio hin sich ausgleichen.

Ein grosser Teil von Montenegro liegt vom Lovćen an schon auf einer hohen Tafel, die die Trias und Kreidegebilde der Uferketten allmählich in die serbische Durmitor-Region hinüberführt.

Im Nordwesten, in Krain, vom Birnbaumer Wald und der Idriaer Berggegend an bis zur Lombardei scheint es denn als ob die an die bosnischen und serbischen mesozoischen Facies erinnernden Sedimentbildungen neuerdings auftreten würden und als ob in diesen die dinarische littorale Facies verquerend im kroatischen Karst zwischen den beidseitigen verwandten Ablagerungstypen ihren Platz einnehmen würde. KOSSMAT<sup>103)</sup> bezeichnet den Aufbau der Julischen- und Steiner Alpen als von Plateau-Charakter und dehnt diesen Charakter nach Osten bis Cilli aus.

<sup>103)</sup> l. c. pag. 115.



Insoweit ist nach KOSSMAT zwischen den serbischen (Durmitor) Triastafeln und der vom Rande der Südalpen (vom Grödener Sandstein) hinauf zu gerechneten Schichtenreihe ein Unterschied vorhanden, daß am letzteren Orte die Plateauregion der Julischen- und Steiner Alpen auf einer vorpermischen Synklinale ruht und daß zwischen ihnen, zwischen dem Oberkarbon und den Grödener Schichten des „Rotliegend“ eine Erosions-Diskordanz vorhanden ist; <sup>104)</sup> in Serbien hingegen sahen wir zwischen dem ganzen Paläozoikum und der Trias Konkordanz und allmählichen Übergang.

Der Unterschied ist nicht ein unüberbrückbarer, denn die roten Sandsteine und Quarzkonglomerate der Grödener Schichten fand ich zwischen den Werfener Schichten und den Quarzbreccien führenden paläozoischen Schiefer an mehreren Orten ebenfalls tief im Drinatal oberhalb Banja basta und in der Gegend von Ivanjica hoch am Fusse des Mučanj. Hier aber betrachtete ich sie als Übergang aus dem klastischen Festlands-Paläozoikum in die Trias, die ausschließlich mariner Entstehung ist.

Wenn wir durch Westserbien hindurch zwischen Antivari und der Save-Kolubara ein zusammenfassendes Querprofil konstruieren, finden wir in ihm im Norden und Süden mit Karbon- und permischen Kalken wechsellagernde paläozoische phyllitische Schiefer, denen drei sanft gewölbte und nur zwischen den Schichten mit sekundären Faltungen lokal chaotisch zusammengefaltete Antiklinalen als Grundgebirge dienen.

Diese paläozoischen und Triastafel-Gewölbe sind die folgenden: 1. jenes von Foča Plevje, 2. jenes von Zvornik, Banja-basta, Užice, Ivanjica, 3. das mit dem Vorigen um den Lakkolit des Boranja-Granites herum zusammenhängende Gewölbe der Gegend von Krupanj—Valjevo—Kolubara; als viertes wäre noch zu nennen der paläozoische Zug der Inselberge Gučevo—Čer und Vlašić, der nördlich von tiefem Tal Jadar—Kolubara zwischen den Tälern Pestan und Ljig gegen Arangelovac hin zieht.

Diese nicht mehr in Zusammenhang stehende metamorphisierte Schieferzone mit ihrem Granit und Aplit—Intrusionen scheide ich wegen Fehlens der Triastafel und wegen der mit viel stärkeren Längs- und Quer-Verwerfungen stark zusammengebrochenen Natur vom serbischen Grundgebirge und zähle sie zur ostserbischen aus älteren oder mehr metamorphen Schiefer bestehenden Rhodopezone.

Zugleich bringe ich auch die slawonischen Inselgebirge mit dieser Zone in eine Gruppe.

Die drei serbischen paläozoischen Schieferzonen sind durch viel stärker gefaltete steil gestellte Falten im Ophit und den Tuffitzonen voneinander getrennt. Das mächtige Diabas-Peridotit-Serpentin-Gabbro-Massiv des Zlatibor-Gebirges scheidet die beiden ersten paläozoischen Züge mit ihren Triaskalktafeln. Der Zlatibor wird von mediterran, hornsteinführender Schiefer, Tuffit und Jaspislagen umgeben.

Von Višegrad bis zu den Uvač- und Ržav-Tälern sind diese mit dem eruptiven Ophit passiv zusammengefaltet.

Die zweite Ophitregion beginnt mit kleineren Streifen um das Medvednik-Povljen-Gebirge herum und erstreckt sich südlich von Valjevo mit der Bukovska-Maljen-Masse bis Gornij Milanovac, die auf sie transgredierende Oberkreide bedeckt sie diskordant.

Die Ophitformation akzeptiere, mit den meisten Forschern übereinstimmend — zwar mit Vorbehalt — als jurassisch und unterkretacisch auch ich. Ich halte es für wahrscheinlich, daß Ophit-Eruptionen in von STEINMANN anschaulich gemachten

<sup>104)</sup> l. c. pag. 118—119.



abyssischen Meerestiefen auch schon in den paläozoischen Zeiten da waren und bis zur oberen Trias sich wiederholten.

Im Profil ist jene-meine Erfahrung zur Darstellung gebracht, daß der Ophit in steilen, nahezu vertikalen Grenzflächen sich vom Paläozoikum und seinem hangenden Triaskalk abscheidet.

Mit, in das Grundgebirge eingebrochenen, geosynklinalartigen, mit jurassischen Schichten ausgefüllten grabenartigen Einbrüchen erkläre ich ihre Entstehung. Weder zwischen den paläozoischen metamorphosierte Schiefern, noch in der Triasdecke dieser kenne ich Intrusionen von Ophit, Diabas, Gabbro usw. Ich beobachtete indessen an der Grenze der beiden von einander so verschiedenen Bildungen, wie Paläozoikum und Ophitformation öfters Gabbro- und Diabasporphirit-Intrusionen im Tuffit, die durch Feuerstein, Jaspis- und Hydroquarz-Ablagerungen der kieselsauren Quellen und die pneumalitischen Spuren der Vererzung, Sulfide, Chrom (Nickel), Mangan und Magnesit, sowie auch die amphibolitische Metamorphisierung der paläozoischen Schiefer charakterisiert sind.

Das vollständige Fehlen der scharfen Grenze in der Wechsellagerung mit paläozoischen Schichten und in den Aufeinanderliegen mit den Ophiten könnte mit der Deckentheorie erklärt werden, daß der Ophitkomplex in aus großer Ferne kommenden und liegenden Falten eine auf das paläozoische Autochthon daraufgeschobene Decke sei.

Das Verständniß und die Annehmbarkeit dieser Erklärung erschweert aber der Umstand, daß ich mit den Radiolarien führenden Tuffitschiefern und Platten des Ophitkomplexes unterhalb des großen Medvednik, im Dorfe Tarnik unterhalb des Bobija-Tarnička, ferner an der Wasserscheide des Tresnjica und Rogaćića-Baches südlich vom Tissova glava-Gipfel, Phyllit-Graphitschiefer- und Glimmerschiefer-Fetzen im Tuffit sah.

Ich betrachtete diese als aus dem Liegenden heraufgepresste Schieferpartien. Triaskalk-Klippen, permischer Quarzit mit roten, glimmerig-schieferigen Sandsteinen sitzen in synklinalen Zügen auf der Gvoždar planina und mit dem Kalkkamm der Bobija-Tarnička im Tuffit; solche sind auch die in der Medvednik-Gruppe südlich von Pečka die um den Sregjevi-Sattel herum auftretenden Triaskalk-Klippen. Noch auffallender aber sind die mächtigen Kalkmassen der Gegend von Uvač und Priboj Prijepolje, die ich gleichfalls für im Ophit sitzende und mit diesem zusammen von oben her hineingepresste synklinale Trjasmassen halte. KOSSMAT betrachtet diese als von unten hinaufgepresste Triaskalk-Antiklinale; Fr. KATZER bezeichnete sie als mit dem Ophit-Tuffit gleichalterige Jurakalke.

Ich verwies in der regionalen Beschreibung auch darauf, daß mit der obertriadischen Kalktafel der Tara planina und Stapani-Ponikve, sowie Ljubanje kleinere und grössere Partien horizontal auf die Grenze zwischen den paläozoischen Tonschiefern und der Ophitbildung sich hinaufschoben und diese Grenze unter sich verbergend, auch auf dem Ophitkomplex sich ausbreiteten. Die mächtigen Kalkmassen am Grossen Stolač zwischen der Drina und dem Bijeli Ržavtal, dann am Janjač und Goštilje sind solche Beispiele. Diese verglich und erklärte ich so, wie die am Eis des Balaton sich zusammenschiebenden Eistafeln und am glatten Eis weiter gerutschte Tafeln.

Der zusammengequetschte plastischere Tuffit von Flyschtypus erlitt mit dem paläozoischen Schiefern zusammen an der scharfen Grenze beider eine Fältelung. Das 250—300 m. mächtige starre Kalkhangend konnte wegen seiner Starrheit an



der Zusammenfaltung der in seinem Liegend befindlichen biegsameren Schiefer nicht teilnehmen, diese falteten sich also unter der Kalktafel auf einen kleineren Raum zusammen, die Kalktafel aber legte sich dann, schollenartig zusammengeschuppt oder in zusammenhängender Tafel auf die Tuffitfalten darauf.

Mit einem solchen Verlauf können wir auch jene Erscheinung erklären, daß die starre Triasdecke auch auf gefalteten paläozoischen Schiefen so liegt, daß wir immer andere Horizonte der Schiefer im unmittelbaren Liegend sehen. Auch das Fehlen der Werfener Schichten und des roten Sandsteines können wir auf diese Art erklären. Ich habe aber auch ein solches Beispiel im Dorfe Kula am Stapani-Plateau, wo mit der Kalktafel zusammen auch die Werfener Schichten auf den Tuffit-Ophit hinaufgeschoben wurden. Die „Carriage“-Breccien beweisen mit den Hydroquarz-Depositen zusammen die Bewegung auf der Rutschfläche.

Am oberen Wassergebiete der Ljubovija-, Rogačica- und Tresnjica-Täler sitzen die in der dinarischen Streichrichtung sich anreihenden Kalkklippen im Ophit, sie bezeichnen zwei Triassynklinale. Ihre Mutterscholle sah ich auf dem von Valjevo südlich gelegenen Kalkplateau. Hier sahen wir im Gegensatz zum tektonischen Bild der Gegend der Tara planina, statt der auf dem Ophit haraufgerutschten Kalkdecken in schmalen vertikal gestellten Synklinale die Triasschollen, die als Klippenkämme diskordant auf den Ophit aufruheten. Am Wassergebiete der Lim, Uvač und Vlki Ržav konnte ich beide tektonische Typen in gleichem Maße erkennen. Diese beiden dynamischen Vorgänge: das Zerschneiden der Triaskalk-Tafel über der Zusammenfaltung der unter der Tafel liegenden plastischen Schiefer und die synklinale Einfaltung der kleineren Kalktafeln in den Tuffit nach der Transgression der Oberkreide konnte nur in der Zeit der Unterkreide vor sich gehen.

Obzwar die Oberkreide im allgemeinen horizontal, wie das bei transgredierenden Ablagerungen zu sein pflegt, auf der Trias und dem Ophit-Untergrund aufliegt, nimmt, wie ich oben darauf hinwies, auch die Kreide an den posthumer Rindenbewegungen nach den dinarischen und den darauf quer nach NO—SW Streichen der tektonischen Linien teil.

Längs der Drina, namentlich aber im Bijeli Ržavtale folgen die Schichten der oberen Kreide den NW—SO und NNW—SSO-lichen Bruchlinien, ebenhier stören NNO—SSW-liche Brüche und Verwerfungen auch die Tara planina und gestalten ihre Oberfläche mit relativen Höhenunterschieden von 300 m. uneben.

In der Slop-Luka-Schlucht mag nach NW—SO nach SO—SW-lichen Brüchen die Drina an der Stelle der Öffnung des gegenwärtigen Cañontales ihren unterirdischen Lauf angenommen haben. Auch in der Kalkschlucht von Derventa kreuzen sich die beiden tektonischen Richtungen. Ein deutlicher Verwurf ist oberhalb Peručas im Krnja jela-Tal, das am Tara planina-Plateau von Neogenschichten gebildet wird. Südlich von Banjabasta verschmälert sich auch aus dem Račatals längs eines Bruchs das Plateau gegen Osten hin.

Auch AMPERER und HAMMER verwiesen auf die unebene Oberfläche des Kalk-Plateaus und auch die Gründe dieser Unebenheit.<sup>105)</sup>

E. TIETZE, Fr. KATZER und F. KOSSMAT wiesen die einander kreuzenden dinarischen und NO—SW-lichen tektonischen Richtungen von Montenegro durch Bosnien bis zu den südlichen Kalkalpen nach. Zu diesen gehört

<sup>105)</sup> J. B. pag. 690 (12).



J. Cvijić's<sup>106)</sup> dinarische Albanesische-Scharung, die Nopcsa's<sup>107)</sup> an ihre wirkliche Bedeutung reduzierte.

Serbien beherrscht, ausser der dinarischen tektonischen Leitlinie und den auf diese quer gestellten Brüchen, die von schuppig aufeinander geschobenen Partien und Verwerfungen begleitet werden, auch ein Dislokationssystem, welches für die Geomorphologie des ganzen Gebietes von grösserer Bedeutung ist. Dieses Dislokationssystem ist meridional und neigt sich etwas gegen die Richtung NNW—SSO.

Die Täler der grösseren Flüsse des Balkans mit ihren langen Abschnitten (Vrba, Bosna, Narenta, Drina, Lim, Kolubara-Ljig, Morava, Ibar, Weisser und Schwarzer Drin, Vardar) fallen sämtlich in diese Richtung. Man kann es kaum einem reinen Zufall zuschreiben, daß die Abschnitte der Donau und Theiß im grossen Alföld gleichfalls von Nord nach Süd gerichtet sind. Bei Betrachtung irgendeiner topografischer Karte fällt die meridionale Linie auf, in welche im Süden das Adriaufers zwischen die Valona- und Drin-Buchten bis zum Skutari-See auf 160 Km. hineinfällt. Nördlich von hier nimmt der nahe gelegene (70 Km.) in nahe 2500 m. (Kom. Vizitor) Höhe an der dreifachen Grenze zwischen Montenegro, Albanien und Novipazar entspringende Lim die erwähnte meridionale Richtung des Adriaufers an und fließt mit seinem Mutterflusse, der unteren Drina, über die höchsten Erhebungen der Balkan Halbinsel bis zur Save. Beide Flüsse, der Lim und die Drina, nehmen in ihrem langen Laufe wiederholt die vorhin beschriebenen beiden älteren tektonischen Richtungen des Balkans, die NW—SO und NO—SW-liche auf, als allgemeine und ursprüngliche Hauptrichtung aber können wir doch die N—S-liche (genauer die SSO—S—NNW—N-liche, betrachten. Über die Wasserscheide der Save und Drau gegen den Alföld hin, wo unsichere Inundations-Wasserbifurkationen zwischen dem Pétervárader und Papuk-Gebirge erreicht die verlängerte Linie des albanischen meridionalen Ufers den Bogen der Donau bei Vukovár. Die Donau fällt bis Vác (Waizen) (nördlich von Budapest) genau in diese Linie; nördlich von Vác folgt sie der Nógráder Vertiefung zwischen dem Börzsöny- und Cserhát-Gebirge, von Balassagyarmat verfolgt sie über die Erzgegend der Selmebányaer und Körömbányaer Andesit-Vulkane die Richtung gegen die Turócer Einsenkung und zieht oberhalb Zsolna mit der Kisuca zum niederen Jابلunkapaß.

Wenn auch diese namhafte lange Linie nicht ununterbrochen ist, sehe ich doch in ihr ein Bruchsystem vertreten und konzentriert, welches mit parallelen Armen die Balkan-Halbinsel, das ungarische Becken und die obere Gegend der Karpathen in meridionaler Richtung schneidet.

Nicht nur die Donau fällt in die Richtung der Drina, sondern auch die Theiß wäre parallel mit ihr die nördliche Fortsetzung des Ljig-Kolubara-Tales und diese Linie scheint im Norden über die Depression zwischen Mátra und Bükk in das Sajótal hineinragen.

In die Verlängerung des Moravatales fällt die Berührungslinie des plötzlich abreissenden Stirnrandes der Krassó-Szörényer, Arader und Nagyvárad-Gebirge.

Die Bedeutung dieser meridionalen Linien ist nicht nur in den geomorphologischen Gestaltungen der serbischen Gebirgsstruktur, sondern auch in Ungarn an der Donau, Theißgegend und in dem das Alföld umgebenden Bergrahmen mit morphologischen Grenzen verknüpft.

<sup>106)</sup> Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math. naturwiss. Cl. CX. Abt. I. (1901) pag. 437.

<sup>107)</sup> Geologie von Nordalbanien. Jahrb. d. k. k. geol. R. Anst. Wien, 55. Bd. (1905) pag. 140—143. (56—59.) und Földtani Közlemény Bd. XXIV. (1914.) pag. 391 (27.).



Die Natur dieses Bruchsystems ist dadurch bewiesen, daß das Hauptgangsystem unserer grossen Edelmetallgegenden: das Schemnitz-Kremnitzer, in der unterungarischen Bergbaugegend in den felsőbányaer, szatmárer Edelmetallbergbauen, im siebenbürgischen Erzgebirge und im Banat überall die nord-südliche die Hauptrichtung ist. Die Budapester lange Thermallinie und von Békásmegyer bis zum Gellérthegey (Blocksberg) reichendes Bruchsystem ist mit dem einen Spaltungssystem des Ofner Gebirges zusammen von Nord nach Süden gerichtet.<sup>108)</sup>

Mit dieser hier aufgeworfenen Frage wird es der Mühe wert sein bei der geomorphologischen Besprechung des ungarischen Alföld und seines umgebenden Bergkranzes sich eingehend zu befassen.

Im Rahmen der gegenwärtigen Aufgaben ist es genügend, wenn ich auf die Besonderheit hinweise, daß wenn man die meridionale Linie Drina-Lim südlich bis Alessio verlängert, diese gerade das südwestliche Ende der dalmatinischen Uferbergketten berührt und aus der Drinbucht den albanischen Seestrand bis zur Bucht von Valona verfolgt, wo die dinarischen Uferbergketten mit ihrem NW—SO-lichen Falten in Epirus und Korfu wieder in dominierenden Höhen (Csika 2025 m.) auftreten.

Als ob längs der südlichen Verlängerung der Drinalinie dieser illirische Querbruch die dalmatinisch-montenegrinischen Uferketten horizontal um 150 Km. nach Süden verschoben hatte.

Nicht weniger verdient die meridionale Linie Kolubara—Ljig Beachtung. Diese trennt mit ihrer südlichen Fortsetzung zusammen Westserbien mit einer tief liegenden orographischen Region betreffs des geologischen Aufbaues von der längs der Morava gelegene Šumadia, deren Struktur und Geomorphologie mit der Avala-Kosmaj zusammen dem jenseits der Morava gelegenen, über die untere Donau hin in das Banat hinüber sich ausdehnenden geomorphologischen Gebiete angehört.

Endlich erwähne ich noch einen Moment betreffs des hier besprochenen Profiels der Balkan-Halbinsel.

Im überwiegend großen Teil des Profiels breiten sich ruhig liegende paläozoische Schichtgewölbe und Triasplateaus mit den dazwischen sich einschiebenden, zur Unterkreidezeit zusammengefalteten Ophit-Geosynklinalen zusammen. Rumpfflächen bildend aus. Der riesige tafelig-schuppige Abbruch der Plateaus längs der Adria, die Tektonik der das Eocän und Oligocän (Promina-Schichten) berührenden Falten von Fiume bis zur südlichsten Spitze Dalmatiens und bis zum montenegrinisch-albanischen Tarabosberg geben Beispiele der jungen chaotischen Faltungen der Erdrinde. Weit im Norden, auf der Gučevo planina, der Cer Maljevica planina und in der Gegend von Gradiška in Slavonien konstatierten die geologischen Forschungen wieder stärkere tektonische Bewegungen mit Verwerfungen verbundene häufige Brüche und bis in die pliocän-levantinische Zeit sich erstreckende Faltungen. In den entgegengesetzten Flügeln unseres langen Querprofils sind also bis zum Pleistocän, ja vielleicht bis zur Jetztzeit sich erstreckende, aber nur von der Mediterranzeit an in den allgemeineren und häufigeren Einbrüchen der Adria und des ungarischen Alföld junge Faltungen vorhanden.

Dieses stellt die Tektonik der Balkan-Halbinsel in ein ganz anderes Licht, wie wir das bisher behandelten.

Die Aufeinanderfolge der tektonischen Vorgänge können wir in Serbien folgendermaßen skizzieren:

<sup>108)</sup> Siehe: A Magyar Szent Korona országainak földrajzi stb. leírásában. Beschreibung der geographischen etc. Verhältnisse d. Länder d. heil. ungarischen Krone. 1915.



1. Die paläozoischen metamorphisierten Tonschiefer mit den zwischengelagerten devonischpermokarbonischen Kalken werden mit den mit ihnen in Verbindung stehenden und ihnen petrographisch gleichenden Werfener in sanften NW—SO-liche Gewölbe gefaltet. Die tieferen Schichten falteten sich stärker, als die höheren. Die aus den Werfener Schichten sich entwickelnde 300 m. mächtige Triaskalktafel von littoralem Gepräge nahm — bei ihrem starren Zustande — diese erste Faltung nicht an, deren Beendigung wir in die nachtriadische Zeit in den unteren Jura versetzen können.

2. Auf die jüngeren paläozoischen Schiefer von Festlands-Typus beginnt mit den Werfener Schichten die grosse Triasmeer-Transgression nach der vorhergehenden zweiten, devonisch-karbonischen von geringerem Maße.

3. Der Ophit, Hornsteinschiefer und Tuffit verkündet im Sinne HAUG's und STEINMANN's als Tiefseebildung plötzlich einreissende Geosynklinalen. Diese Einrisse stehen mit der Erhebung der vorigen paläozoischen Massiven in Verbindung.

4. Dann falten sich auch die Tuffite in den Synklinalen stark zusammen. Auf die zusammengefalteten Ophit-Tuffit-Gebiete rutschen die Triaskalk-Tafeln drauf und verdecken an vielen Stellen ihre scharfe Grenze mit dem Paläozoikum. (Tara planina, Ljubjen.)

5. Die weiter andauernde Faltung presste an anderen Orten die Triasregionen mit den Werfener Schiefen und dem permischen Quarzit zusammen in schmale Synklinale Horizonte Gegend der Poveljen-Berggipfel.

6. In den Tuffit ist auch die untere Kreide (Gault) eingefaltet (Poveljen-Gipfel, Subjel-Monadnok).

7. Zur Jurazeit konnte nur in den Geosynklinalen eine kleinere Meerestransgression stattfinden, die mit der unteren Kreide zu Ende ging. Die paläozoischen Massive und die Trias konnten auf das Festland geraten und in der langen Zeit erfolgte dieses, von der Denudation begleitet, auf den Festländern die Zusammenfaltung des Tuffites und der unteren Kreide.

8. Große und allgemeinere Meerestransgression weisen die oberen Kreideschichten auf, die in den zur mittleren Kreidezeit abgesenkten denudierten Gegenden mit der Dias in Diskordanz zumeist auf dem Ophit-Tuffit sich ausbreiten, die Fortsetzung der Cenoman-Senon-Schichten ist in ihnen mit dem transgredierenden ophitischen Konglomerat vertreten im Liegenden.

In den von Jadar-Kolubara-Ljig-Tal nordöstlich und östlich fallenden Gegenden zeigt eine anderweitige Ausbildung des Kreidesystems mit diskordanter Lagerung zwischen der unteren und oberen Kreide, mit den flyschartigen Schichten der Oberkreide und den dazwischen liegenden Konglomeraten wiederholt eustatische Bewegungen und transgredierende Meeresniveau-Änderungen.

Die Materialien der Granodiorit und Dacit-Eruptionen häuften sich in nord-südlichen Spaltrichtungen auf dem gefalteten oberkretacischen Festland auf.

9. In der paläogenen Zeit erlitten auch die marinen Oberkreide-Schichten lokale Zusammenfaltung (Bjeli Ržav, Gegend von Tubravič), gleichzeitig begann die allgemeine kontinentale Erhebung in ganz Serbien mit weit sich entfernender Meeres-Regression.

10. Das damalige große und hohe Festland war nicht mehr vom Meerwasser bedeckt. Die Eocänschichten treten nur an den Ufern der Adria und im nordöstlichen Bosnien im Maljevisa-Gebirge in gefalteten Ketten auf.



11. Auf großen Rumpfflächen breiten sich die Sedimente der Binnensee mit den Produkten der postvulkanischen kieselsauren Thermen aus.

12. Die mediterranen und sarmatischen marinen Schichten um die im großen ungarischen Becken noch vorhandenen uralten Massive herum umgeben auch die Hügelgegenden Serbiens, in das paläozoische Gebirge aber dringen sie nicht ein.

13. Mit den großen Einstürzen des ungarischen Beckens und der Adria zugleich die Reihenfolge der tektonischen Vorgänge das Einstürzen des Eocäns und Oligocäns an den entgegengesetzten Rändern des großen, balkanischen Gebirges zu Ende der Neogenzeit.

#### g) *Die Orohydrographie von Westserbien.*

Von AMI BOUÉ an schrieben Viele über dieses Thema. Ich halte es für überflüssig dem bisher publizierten noch weiteres eingehender hinzufügen. Die Tatsache kann ich feststellen, daß das lange, aber verhältnißmäßig sehr schmale Wassergebiet des Drina-Limflusses dadurch erklärt wird, daß dieses Flußsystem in den vorerwähnten, am höchsten sich erhebenden N—S-lichen Teil der Balkan-Halbinsel fällt, von welchem aus die umgebenden Flüsse nach NW, S, SO und Osten hin in eine breitere Wassergegend gelangen. Auch das kann ich hier beifügen, daß von der sehr hohen Rumpffläche der Drainagegend die in Bewegung geratenen Wasserläufe im Anfang auf verborgenen unterirdischen Wegen in den unter den Kalktafeln ausgewaschenen Höhlen in ein tieferes Niveau gelangten. Die schuttfreien Karstwässer hinderten lange die rückwärts wirkende Erosion der unteren Abschnitte der Flüsse solange, bis nach Einsturz der Höhlendecken die unterirdische Hydrographie allmählich zu Cañontälern sich umgestaltete. Dieses erklärt das große Gefälle des Drinaflusses und die verbliebene ursprüngliche Höhe der Umgebung.

Geschrieben im Monate Mai 1919, während des 6-wöchentlichen Urlaubes vor Zurückziehung in den Ruhestand. Revidiert im Juni bis 9. Juli, Zeichnung der Profile bis 26. Juli.

DR. LUDWIG V. LOCZY SEN.



## INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
Vorwort.....	1
I. Teil. Morphologische Betrachtungen .....	4
I. Abschnitt. Die Drina .....	6
II. Abschnitt. Die Umgebung des Drinatales .....	10
1. Die Drina von der Limmündung bis Banjabasta.....	10
2. Das Drinatal zwischen Banjabasta und Zvornik-Kovljaca .....	14
III. Abschnitt. Allgemeine Morphologie Westserbiens .....	15
IV. Abschnitt. Die geologischen Gebilde Westserbiens.....	18
1. Palaeozoische Schiefer .....	18
Von den Kalksteinen der palaeozoischen Schiefer .....	25
2. Triadische Ablagerungen .....	28
Über die Parallelisierung der Triasbildungen.....	32
3. Die Ophitgebiete in Westserbien .....	43
Die Gesteine der Ophite und deren Lagerung .....	45
a) Umkreis des Ophitzuges des Zlatibor-Gebirges .....	47
b) Der Ophitzug der mittleren Drina und der Kolubara-Berggegend zwischen der westlichen Morava .....	52
4. Über das geologische Alter der Ophite .....	57
Erzvorkommnisse im Ophit .....	61
5. Das Jura-System.....	63
6. Kreidebildungen .....	63
a) Die Umgebung von Višegrad .....	65
b) Die weitere Umgebung von Valjevo, Kosjerici und Makoviste.....	69
c) Die Gegend von Gornij Milanovac und die Umgebung des Rudnik-Gebirges.....	73
d) Die Kreide des Avala-Berges und der Umgebung von Belgrad .....	76
e) Die Kreide längs dem Moravica-Tal .....	79
7. Känozoische Bildungen .....	82
a) Die mit dem grossen ungarischen Alföld zusammenhängenden Neogengebiete .....	84
b) Die Neogenablagerungen der Berggegenden .....	89
8. Bildungen der Pleistocänzeit .....	95
9. Holocäne Bildungen.....	105
10. Produkte der Vulkane .....	205
II. Teil. Zusammenfassung, tektonische und paleogeographische Rückblicke .....	111
a) Stratigraphische Vergleiche .....	114
b) Das Problem der serbischen Ophite .....	127
c) Die Rolle des Kreidesystems in der Paläographie Serbiens .....	131
d) Paläographie des Tertiärs.....	133
e) Pleistocäne und holocäne Zustände .....	136
f) Tektonische Übersicht .....	138
g) Die Orohydrographie von Westserbien .....	146
Inhaltsverzeichnis .....	147



Wichtigste  
Quellenwerke.

1. J. M. Žujović: Geologische  
Übersichtskarte 1:750000 des  
Königreiches Serbien. Jahr-  
buch d. k. k. Geol. R. A.  
Wien, 1886. Bd. 36.

2. Dasselbe, serbische Ausgabe  
1891.

3. Carte géologique internatio-  
nale de l'Europe. Feuille 39  
(D. VI.) et feuille (D. V.)  
1:150000.

4. F. Katzer. Geologische Über-  
sichtskarte von Bosnien und  
Hercegovina 1:200000. I.  
Sechstelblatt: Sarajevo und  
II. S.: Tuzla. Sarajevo, 1910.

5. A. Martelli. Carta Geologica  
del Montenegro Sud-Orientale  
1:200000. Mem. d. r. Accad.  
dei Lincei 1908.

6. F. Kossmat. Bericht über  
eine Geologische Studienreise

in den Kreisen Zimony,  
Novipazar und Prijepolje mit  
Skizzenkarte. Berichte über  
die Verhandlungen d. k. Säch-  
sischen Ges. d. Wiss. zu  
Leipzig, 1916.

7. F. Kossmat. Mitteilungen  
über die geologische Bau von  
Mittelmazedonien mit tekto-  
nischer Übersichtskarte. Be-  
richte der Math. Phys. Kl. d.  
Sächsischen Ges. d. Wiss. zu  
Leipzig, 1918.

8. M. E. Vadsz. Geologische  
Übersichtskarte der Umge-  
bung von Andrijevic, Rožaj,  
Kolasin, Plevje, Prijepolje.  
1:200000 in d. Balkanbericht  
d. K. Ung. Geol. Anstalt  
(Ungarisch), 1918.

10. K. Roth v. Telegd. Geolo-  
gische Karte der Umgebung  
von Gusinje und Ipek. 1:75000  
(Manuscript.) 1922.

11. F. v. Nopcsa. Neue Geolo-  
gische Karte von Nordalba-  
nien 1:200000 (in Manus-  
cript.) 1922.

# GEOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTE VON WESTSERBIEN, SANDSCHAK-NOVIPAZAR UND OSTMONTENEGRO.

MASSTAB: 1:200,000 oder 1 cm. = 2 Km.

Ausgearbeitet und zusammengestellt auf Grund der durch ihn in den Jahren 1917—1918 geleiteten geologischen Auf-  
nahmen der K. Ung. Geologischen Reichsanstalt mit Berücksichtigung der Literatur von

† PROFESSOR Dr. LUDWIG LÓCZY von LÓCZ SENIOR  
Eh. Direktor der K. Ung. Geologischen Reichsanstalt zu Budapest, 1920.

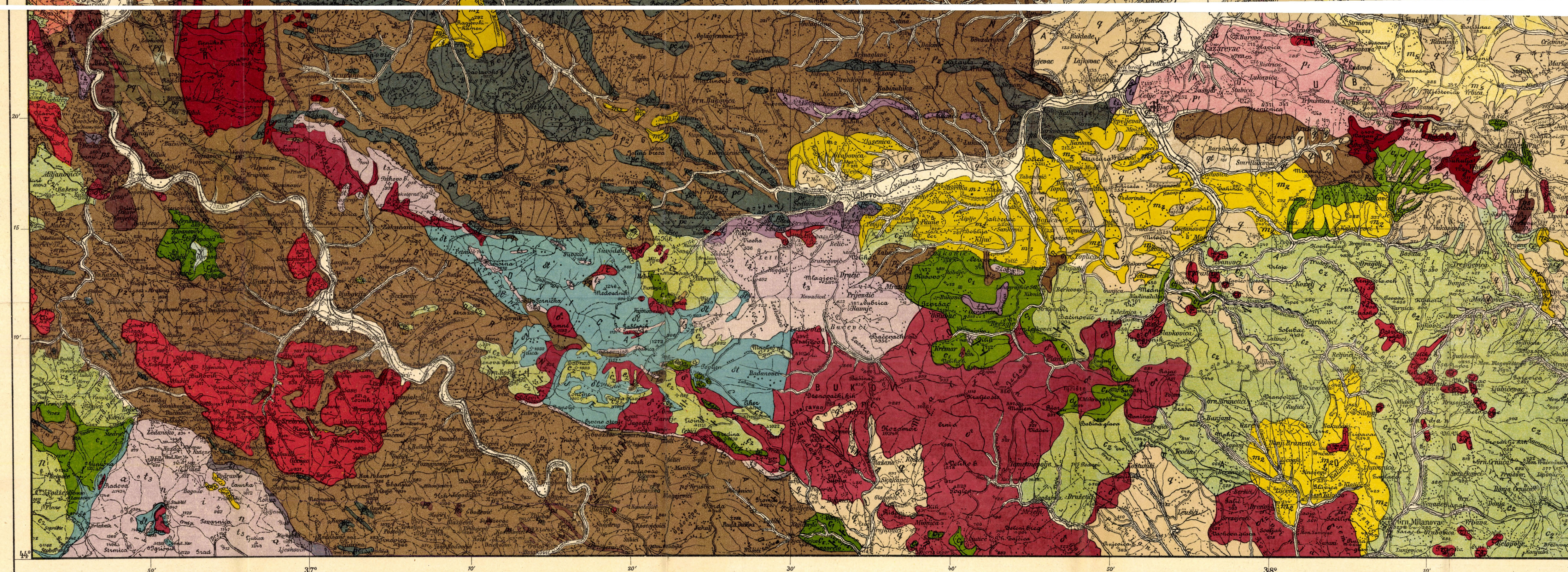
Ergänzt und zum Drucke vorbereitet durch  
Dr. LUDWIG LÓCZY von LÓCZ JUNIOR  
Privatdozent an der Universität zu Budapest.

Herausgegeben mit der Unterstützung der Gräfin LUDWIG von KÁROLYI geborene Gräfin HANNA von SZÉCHENYI  
durch die Balkankommission der Ungarischen Akademie der Wissenschaften zu Budapest, 1923.



## I. Sedimentäre Gesteine.

a	Flussablagerungen (Alluvium)	
qt	Pleistocene Terasse	Diluvium
q	Pleistocene Löss	
m5	Pannonische Sande und Tone	
m4	Sarmatischer Kalk und Sandstein	
m3	Leithakalk und Konglomerat	Tertiär
m2	Mio-Oligocäner Sandstein und Mergel	
m1	Eocäner Sandstein und Flysch	
c2	Oberkretekischer Kalk und Mergelschiefer	Kreide
c1	Unterkretekischer Kalkstein	
y	Tithonische Kalkmergel und Tuffite	
dt j2	Tuffite	Jura
j1	Lias (Flötzführend)	
t3	Obertriadischer Kalkstein	
t2	Mittel und Untertriadische Kalke	Trias
t1	Schichten	

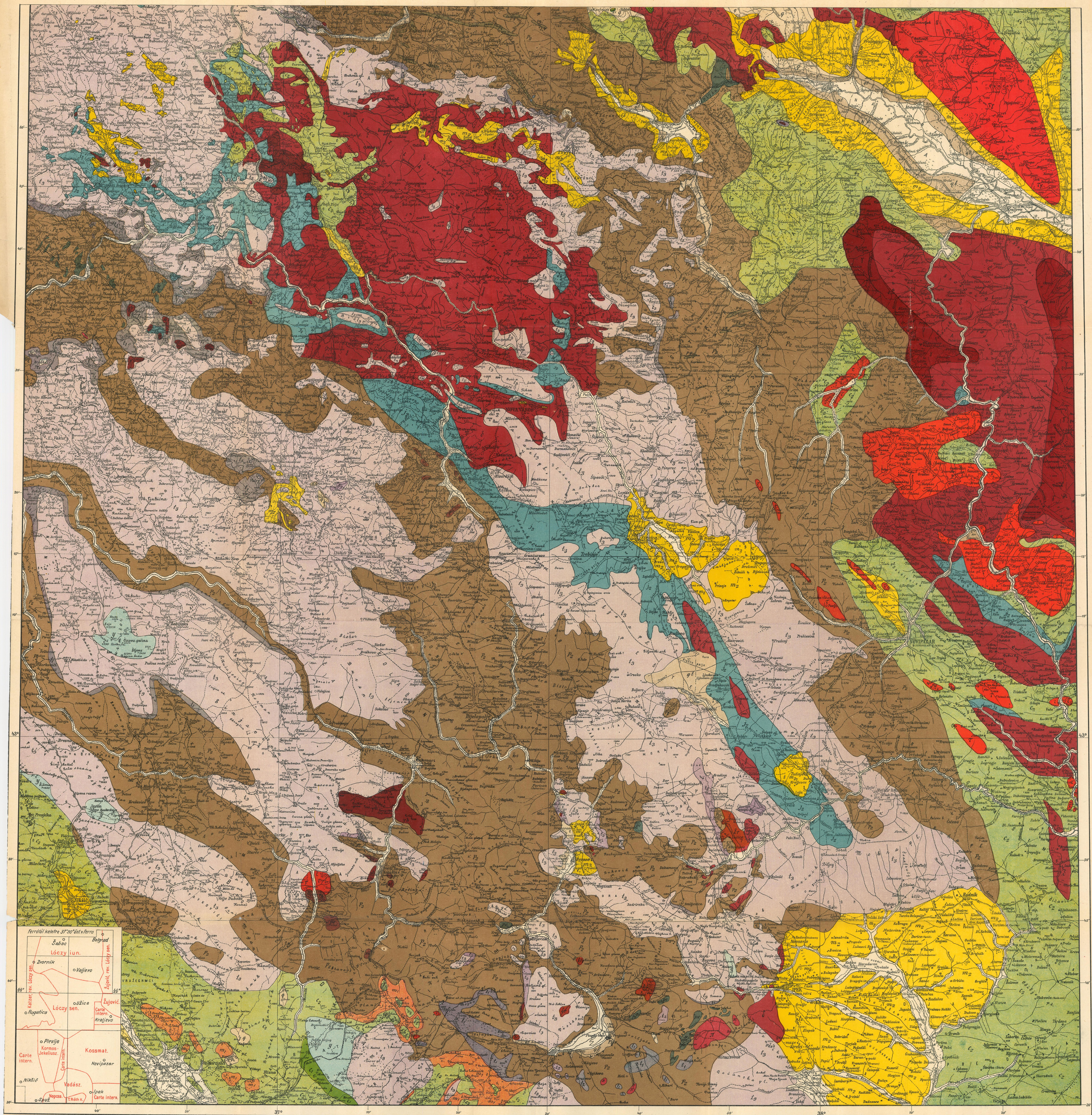


t1	Schichten	
pc	Permokarbonischer (dunkler) Kalkstein	
p2	Tonschiefer (Phyllit)	Paläozoikum
p4	Paläozoische Quarzite	
p5	Paläozoischer (Silur) Kalkstein	
p1	Glimmerschiefer und Gneiss	Archaikum

## II. Massengesteine.

t	Andesit
tr	Trachitische Eruptivgesteine
π	Porphyroide
δ	Peridotit (Serpentin) Gabbro und Diabasmassen
δb	Isoliert auftretender Gabbro und Diabas
dr	Diorit
g	Granit







# I. GEOLOGISCHE PROFIELE VON WESTSERBIEN, SANDSCHAK, NO VIPAZAR UND OSTMONTENEGRO.

GEZEICHNET AUF GRUND SEINER AUFNAHMEN VON 1917—1918 DURCH

† Professor Dr. LUDWIG LÓCZY von Lóczy sen.  
Eh. Direktor der K. Ung. Geologischen Reichsanstalt zu Budapest 1920.

A Drinamenti Visegrad környékének vázlatos geológ. térképe.  
Geologische Kartenskizze der Umgebung v. Visegrad a.d. Drina.

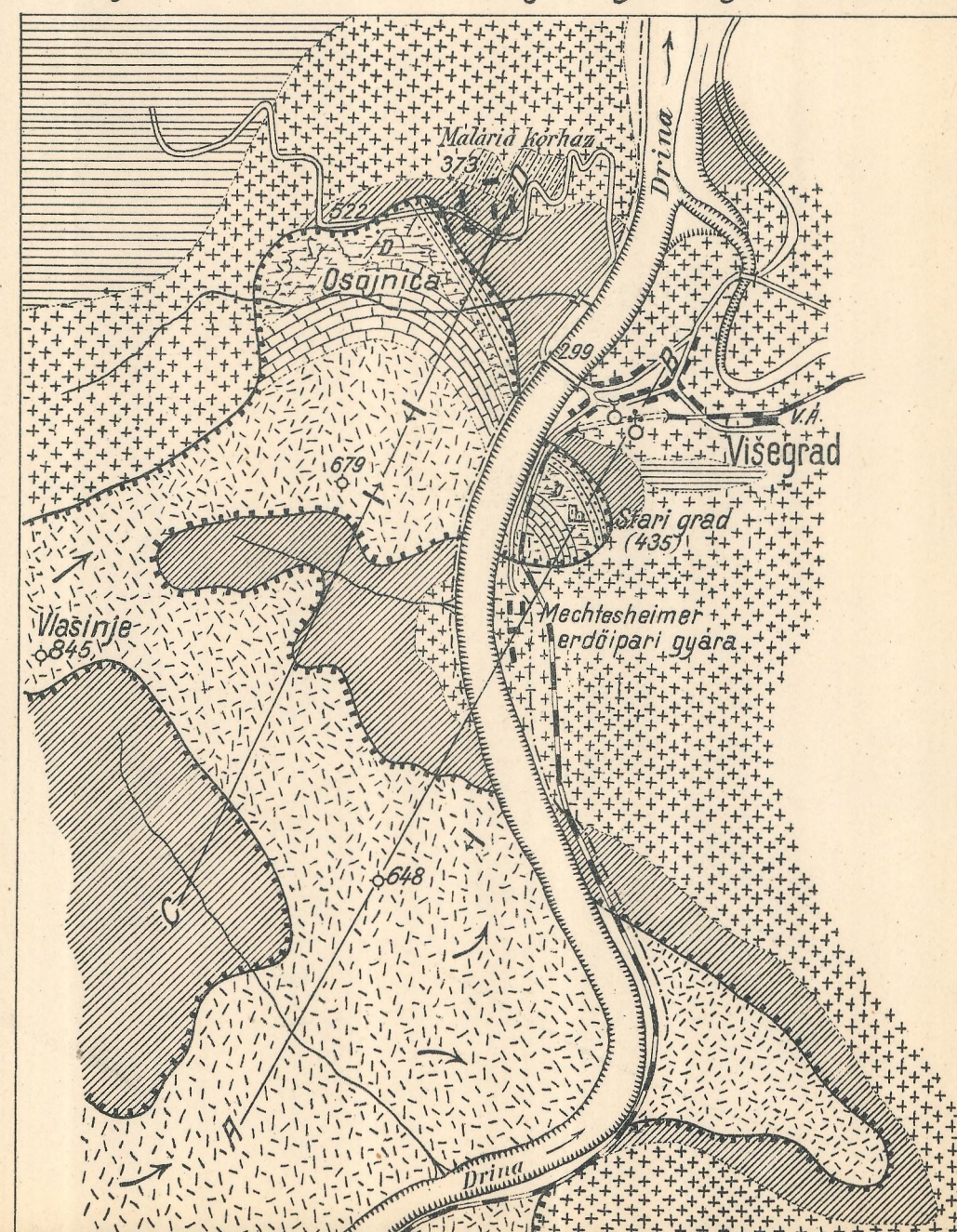
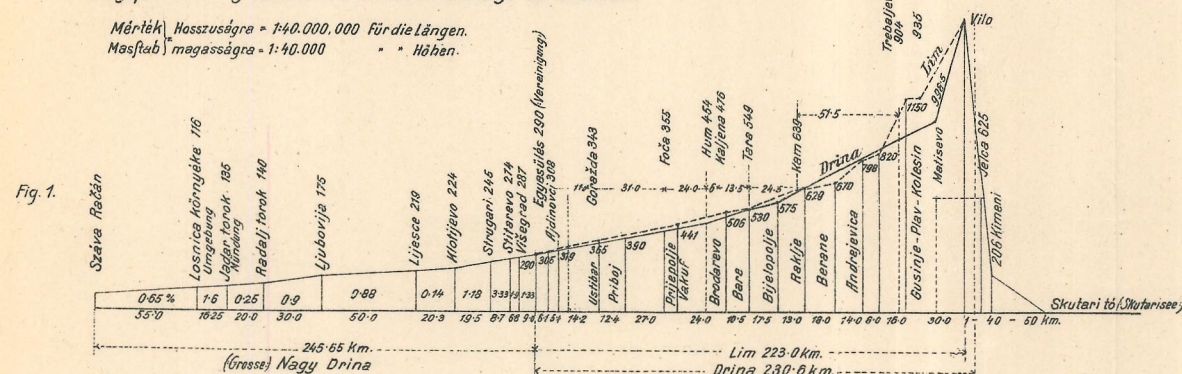


Fig. 2.

A Nagy-Drina és a Drinamenti Visegrad környékének vázlatos geológ. térképe.  
Vázlatos geológ. térkép a Nagy-Drina és a Drinamenti Visegrad környékéről.



Vázlatos megvilágító szelvények az Avalánál.  
Schematische Erklärungsprofile durch den Avala.

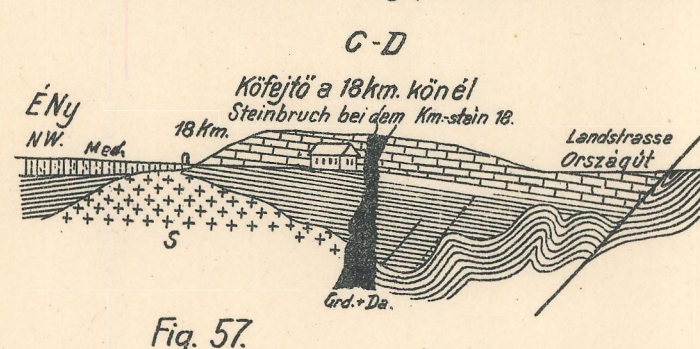


Fig. 57.

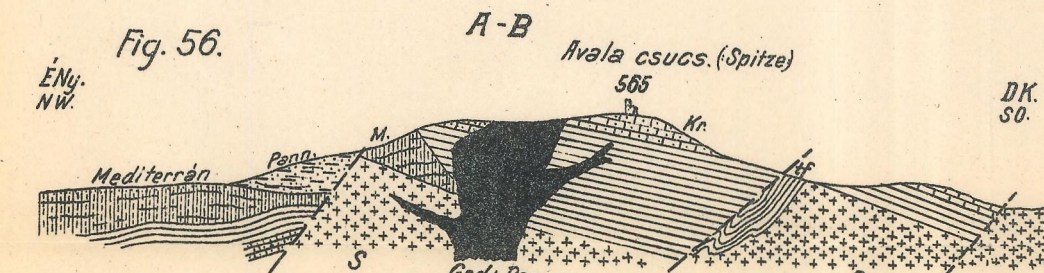


Fig. 56.



Fig. 36.

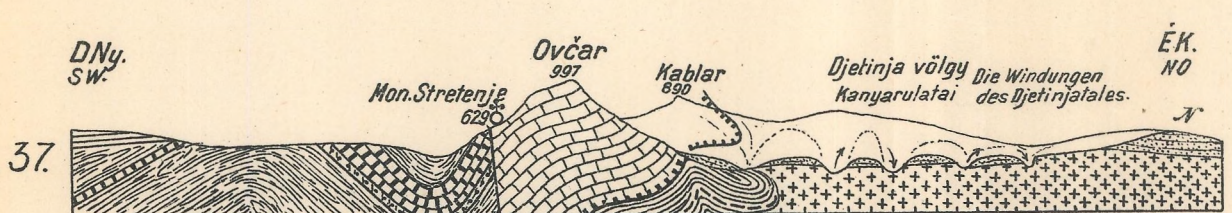


Fig. 37.

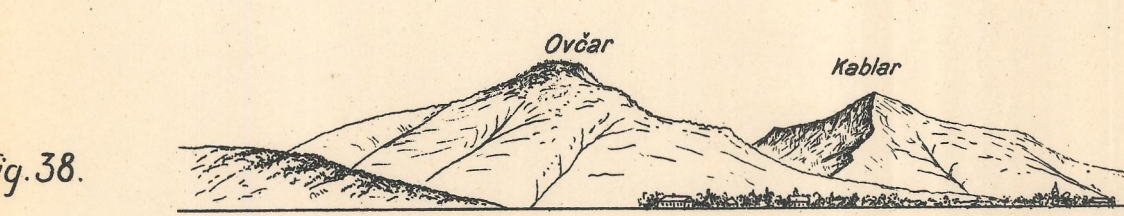


Fig. 38.

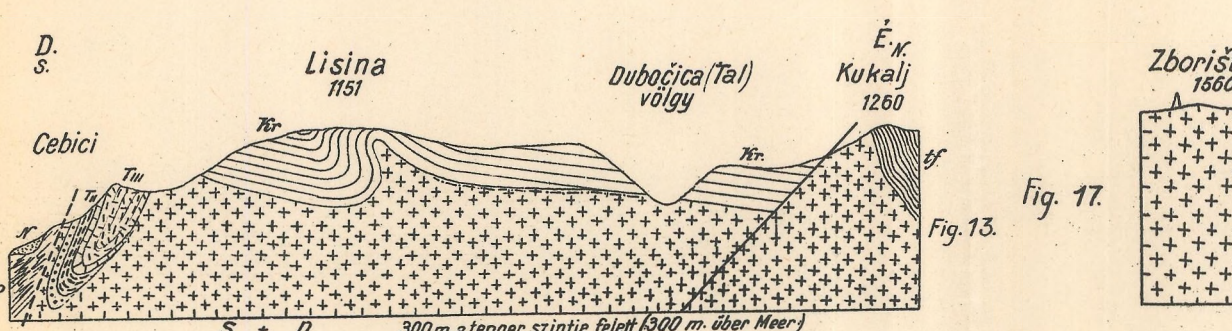


Fig. 13.

Az Avalahegy és környékének vázlatos geológiai térképe. Geológ. Kartenskizze des Avalagebirges u. seiner Umgebung.

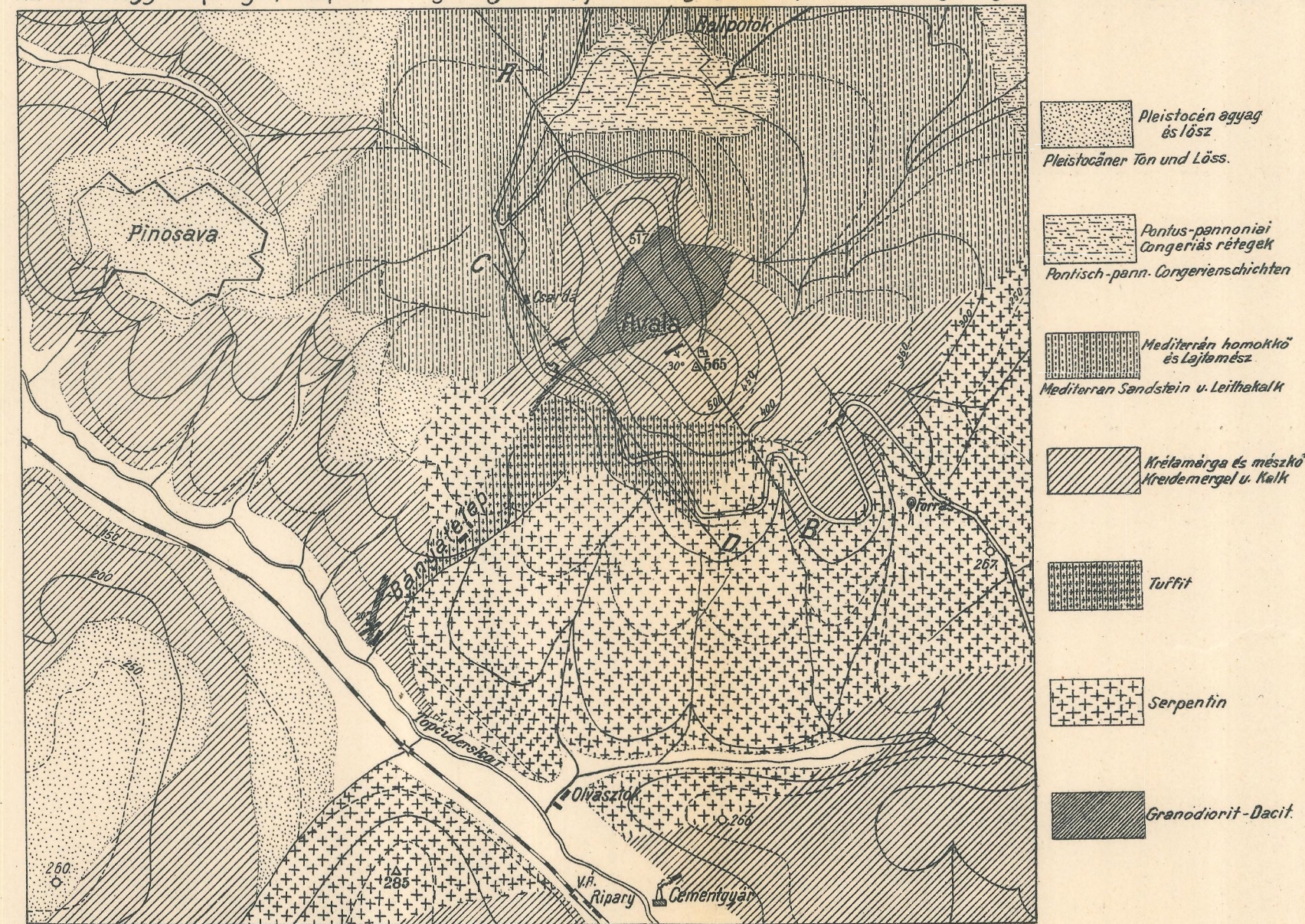


Fig. 4.

A Djetinjavideki Ovcárhégyesség vázlatos geológiai térképe. Geológ. Kartenskizze des Ovcárgebirges a.d. Djetinja.

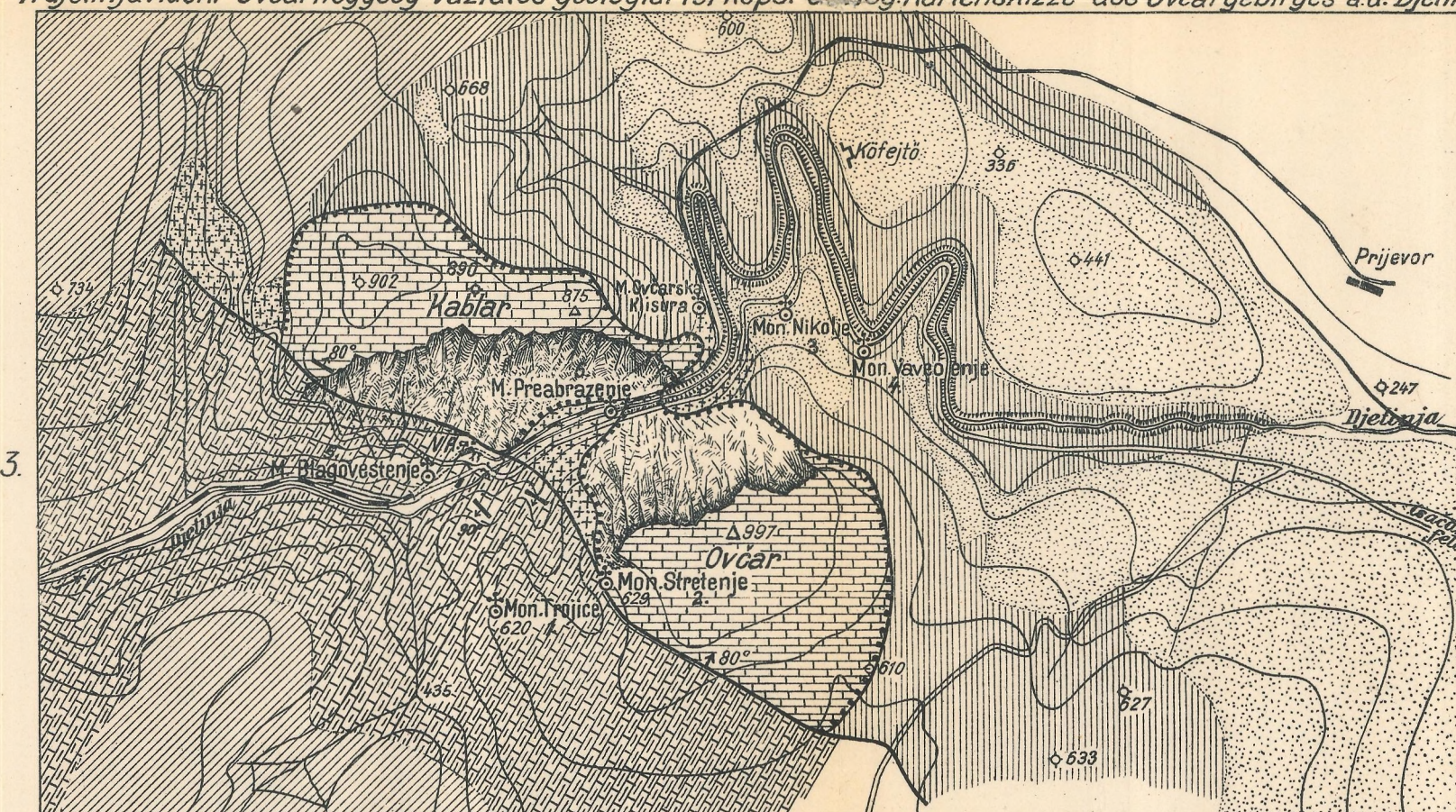


Fig. 3.

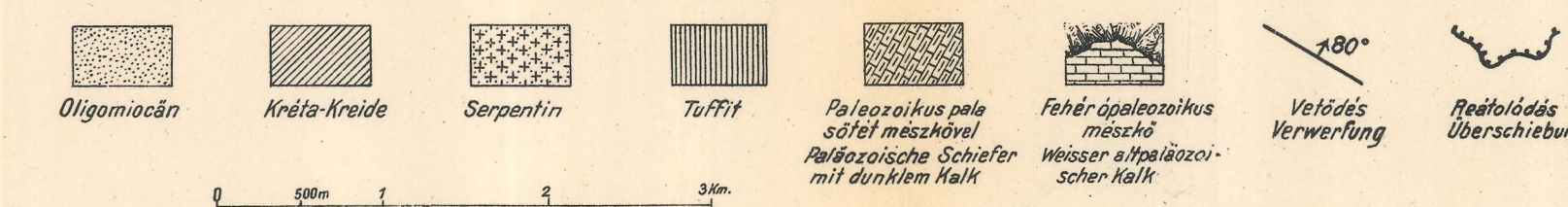


Fig. 17.

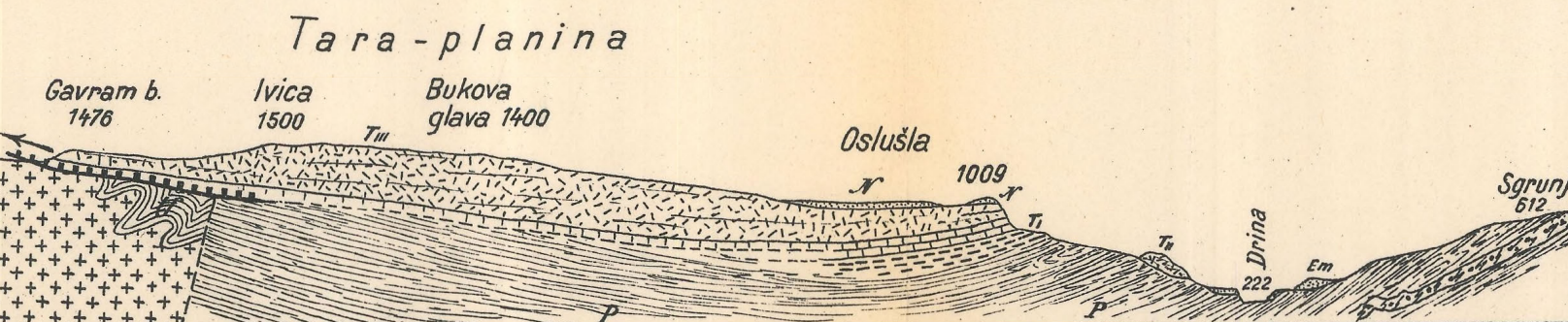


Fig. 18.

Harántszelvény a Tara-planina fennsíkján keresztül a Zlatibor masszívum és a Drina között.  
Schematisches Querprofil durch das Tara-planina-Plateau zwischen dem Zlatibormassiv und der Drina.



Fig. 19.

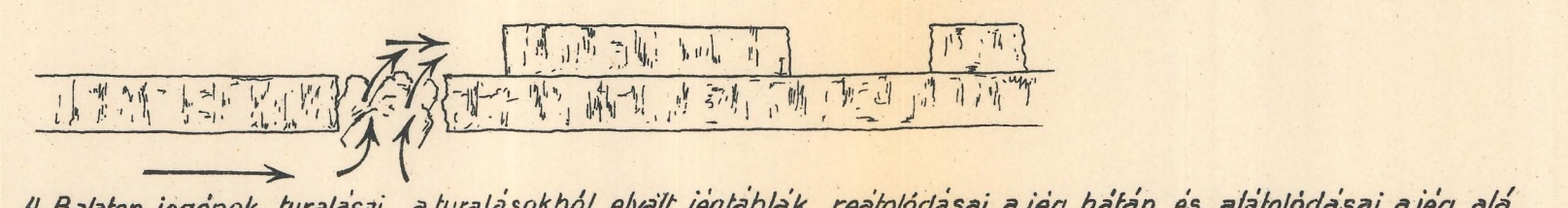


Fig. 20.

A Balaton hegének lerakási, a lerakásokból elvált jégteglák realitódásai a jég hatán és alátoldásai a jég alá.  
Die Eiswälle des Plattensees. Die aus den Eiswällen ausgeschiedenen Eistefeln schoben sich über und unter den Eisrücken.

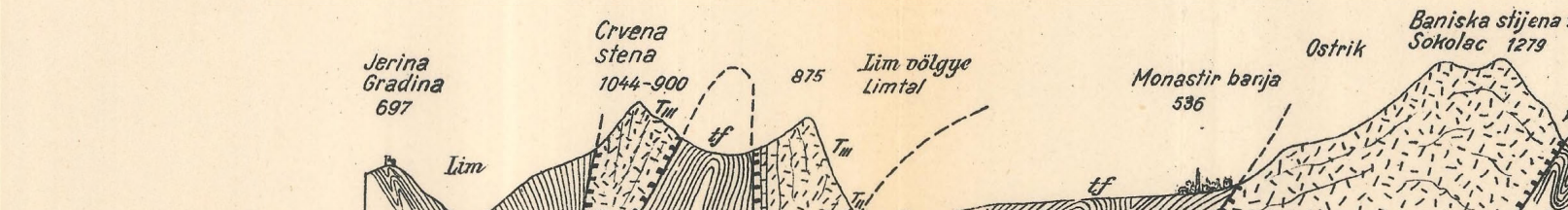


Fig. 27.

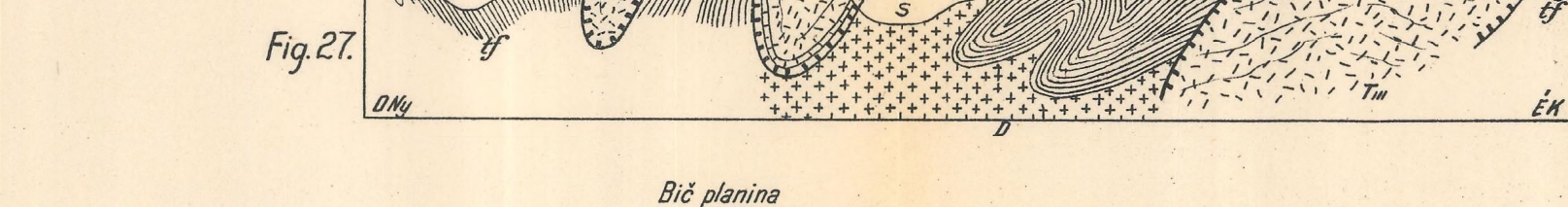


Fig. 28.

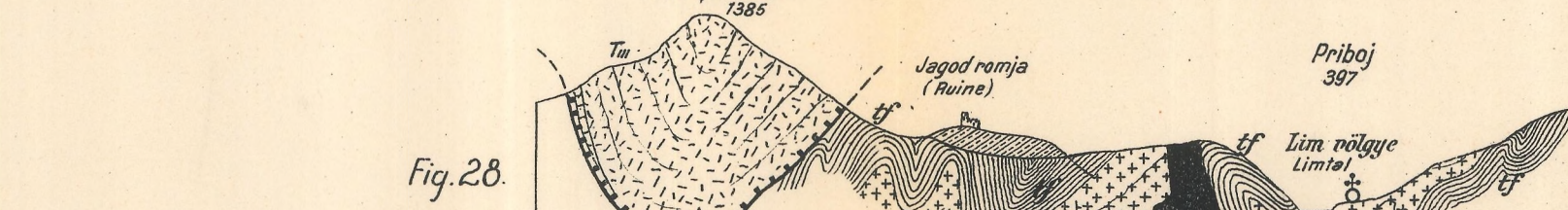


Fig. 14.

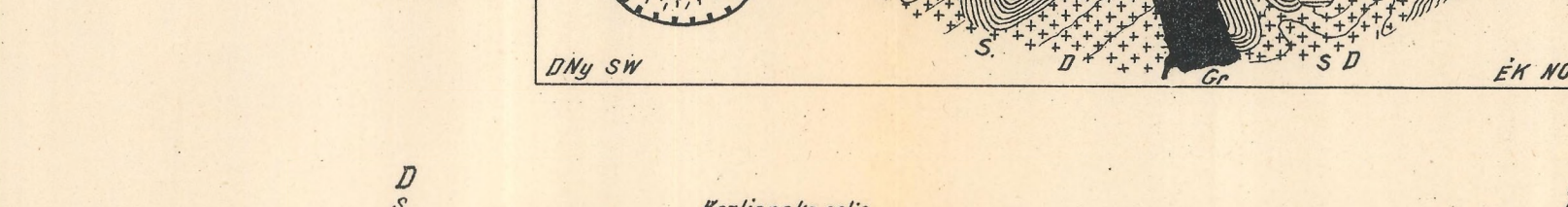


Fig. 15.

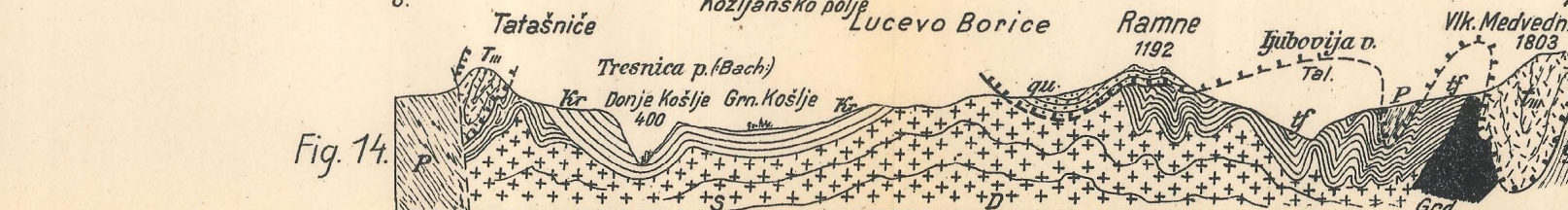


Fig. 16.



Fig. 10.

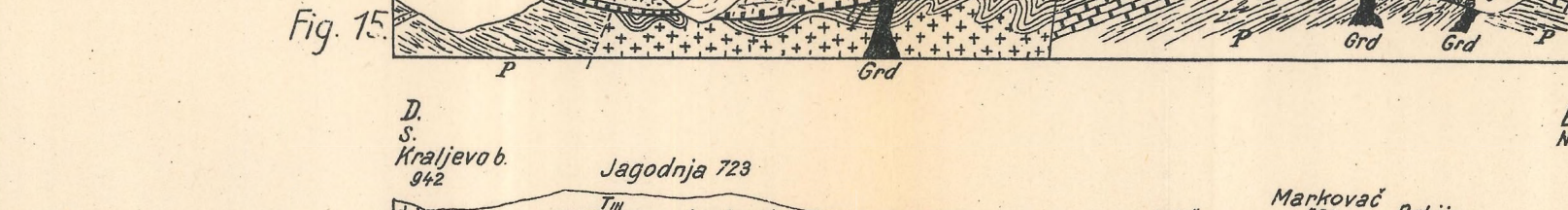


Fig. 11.



Fig. 12.

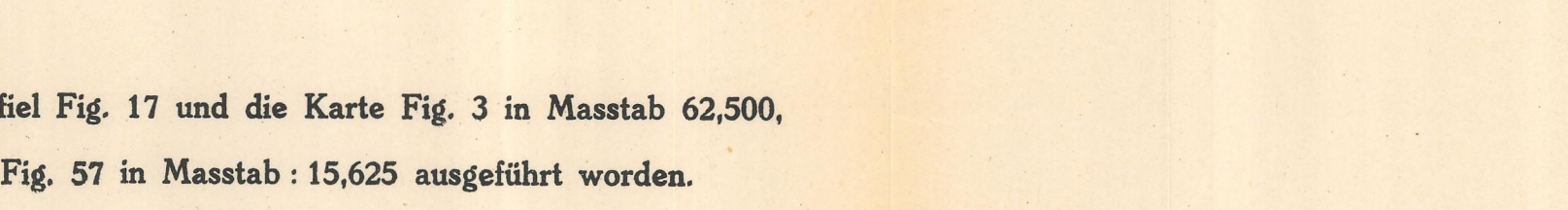


Fig. 13.

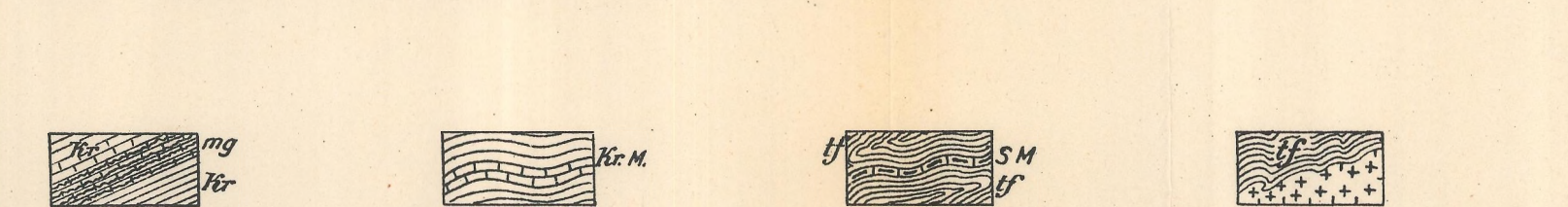


Fig. 14.

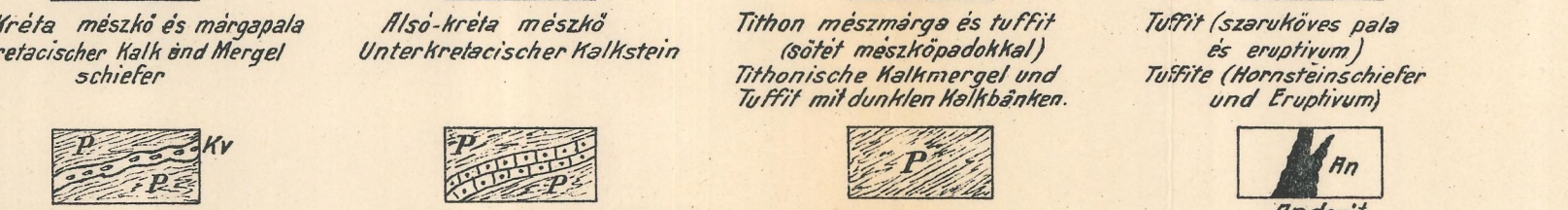


Fig. 15.

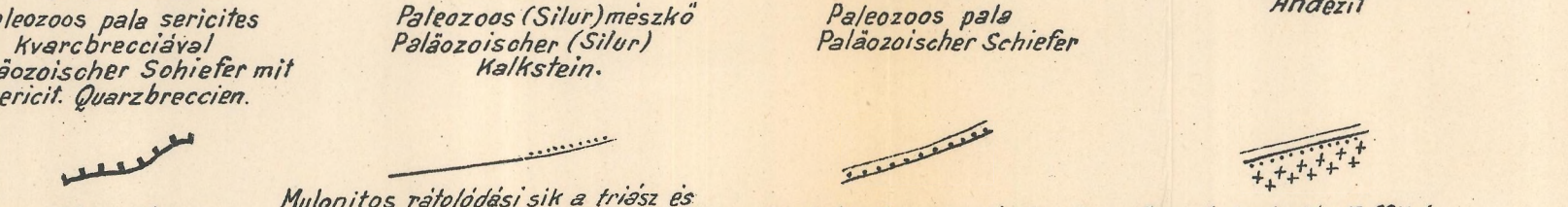


Fig. 16.

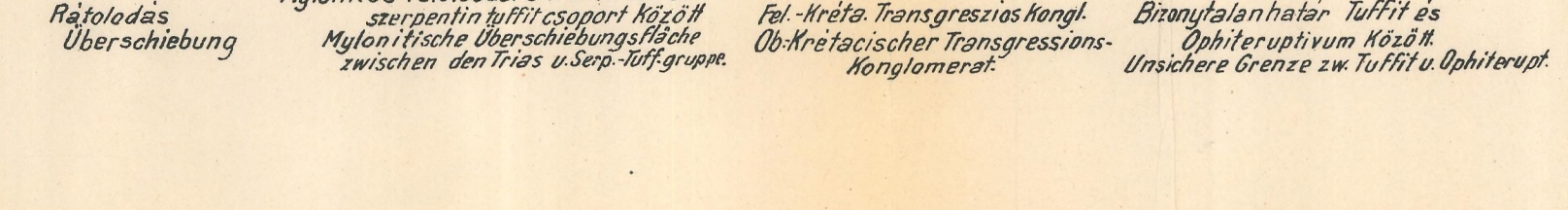


Fig. 17.

Jelmagyarázat:

Zeichenerklärung:



Die Profile und Karten, Fig. 2, 4, 27, 28, 36, 37, 38, 41, 42, 56, sind ungefähr in Masstab 1:31,250, das Profil Fig. 17 und die Karte Fig. 3 in Masstab 62,500, die Profile Fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, in Masstab 1:93,750. Profil Fig. 13 in Masstab 1:35,000, Fig. 57 in Masstab 1:15,625 ausgeführt worden.